



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Ingeniería Eléctrica

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL:
ELECTRICIDAD

PROYECTO FIN DE CARRERA

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO
DE LA URBANIZACIÓN
“CERRO BELMONTE” EN MADRID

Autor: Alejandro García Galiano

Tutor: Iván Lozano Álvarez

Leganés, Junio de 2010

Quiero recordar en este apartado a aquellas personas que han colaborado de alguna forma en que haya conseguido realizar este proyecto, y lo que ello supone: la finalización de mis estudios de Ingeniería Técnica.

En primer lugar, quiero dedicárselo a mis padres, y al resto de mi familia que me han apoyado en todos los momentos duros y me han dado fuerzas para seguir adelante, han aguantado mis cambios de humor en épocas de exámenes y se han intentado adaptar a mis caóticos horarios. En resumen, por animarme y motivarme, pero sobre todo, por el esfuerzo y confianza que siempre han depositado en mí.

También se lo dedico a Ana, mi novia, por su apoyo, comprensión, confianza y cariño; pero sobre todo por todos estos años de paciencia esperando un momento que parecía que nunca iba a llegar, pero que ya está aquí. Muchas gracias por todo, Nena.

Gracias a mi tutor, Iván Lozano, como principal responsable de que este documento haya sido posible.

También quiero agradecer a mi tío Andrés Rico, que en calidad de delineante, me ha ayudado, ilustrado y sobre todo aguantado mis pequeñas meteduras de pata en la elaboración de los planos del presente Proyecto. Gracias Maestro.

A todos los compañeros de clase y amigos de la Universidad, a los que acaban, a los que aún continúan y a los que no lo han conseguido; que han hecho de cada momento juntos un recuerdo especial, por todo lo que hemos compartido: apuntes, prácticas, exámenes, suspensos, aprobados, fiestas, risas, ...en fin, por estar ahí.

Mención especial también se merece mi compañero de trabajos, prácticas, estudio y ante todo, mi amigo, Raúl Gil Palacios, que siempre ha estado ahí para lo que le he necesitado, y que gracias a él y a su esfuerzo, no hubiera sido posible la consecución de este proyecto ni de la titulación. Gracias amigo.

Gracias a todos

Índice

<u>RESUMEN</u>	13
<u>MEMORIA DESCRIPTIVA</u>	18
1 OBJETO	19
2 ÁREA DE ACTUACIÓN	19
3 PETICIONARIO Y SUMINISTRO DE ENERGÍA	21
4 REGLAMENTACIÓN	21
4.1 Reglamentación oficial	21
4.2 Reglamentación de la compañía suministradora	22
5 CARACTERÍSTICAS DE LA URBANIZACIÓN	23
5.1 Parcelas dedicadas a viviendas	24
5.2 Parcelas dotacionales y de equipamiento público	25
5.3 Parcelas destinadas a zonas verdes	25
5.4 Parcelas destinadas a viales	26
6 CRITERIOS GENERALES DE CÁLCULO	28
6.1 Criterios generales de electrificación.....	28
6.2 Criterios generales de alumbrado público	29
7 OBRA CIVIL	31
7.1 Canalizaciones	34
7.2 Arquetas	35
7.3 Cruzamientos con vías de comunicación.....	35
7.4 Cruzamientos con otros servicios	35

7.4.1 Otras conducciones de energía eléctrica.....	35
7.4.2 Con cables de telecomunicación.....	36
7.4.3 Agua, vapor, etc.....	36
7.4.4 Gas.....	36
7.4.5 Alcantarillado.....	37
7.4.6 Depósito de carburantes.....	37
7.5 Paralelismos.....	38
7.5.1 Otras conducciones de energía eléctrica.....	38
7.5.2 Con cables de telecomunicación.....	38
7.5.3 Agua, vapor, etc.....	38
7.5.4 Gas.....	39
7.5.5 Alcantarillado.....	39
7.5.6 Depósito de carburantes.....	40
7.5.7 “Fundaciones” de otros servicios.....	40
8 RED DE MEDIA TENSIÓN.....	40
8.1 Enlace con el exterior.....	40
8.2 Arquitectura de red.....	41
8.3 Trazado.....	43
8.4 Conductor.....	43
8.5 Dispositivos de maniobra y sistemas de protección.....	46
8.5.1 Dispositivos de maniobra.....	46
8.5.2 Protecciones contra sobreintensidades.....	46
8.5.3 Protección contra sobreintensidades de cortocircuito.....	46
8.5.4 Protección contra sobretensiones.....	47
8.5.5 Puesta a tierra.....	47
8.6 Empalmes y terminales.....	48
9 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	49
9.1 Características generales de los centros de transformación.....	50
9.1.1 Descripción.....	50
9.1.2 Envolvente.....	52
9.1.3 Placa piso.....	53
9.1.4 Accesos.....	53
9.1.5 Ventilación.....	54
9.1.6 Acabados.....	54
9.1.7 Calidad.....	55
9.1.8 Cimentación.....	55
9.2 Cabinas de media tensión.....	55
9.3 Puentes de media tensión.....	56

9.4 Transformadores	56
9.5 Puentes de baja tensión.....	58
9.6 Cuadros de baja tensión	58
9.7 Protecciones	59
9.7.1 Fusibles limitadores de media tensión.....	59
9.8 Puesta a tierra.....	59
9.8.1 Tierra de protección.....	59
9.8.2 Tierra de servicio	60
9.9 Protección contra incendios	60
9.9.1 Sistema pasivo	61
9.9.2 Sistema activo.....	61
9.10 Alumbrado interior	61
9.10.1 Alumbrado de servicio	61
9.10.2 Alumbrado de emergencia.....	62
10 RED DE BAJA TENSIÓN	63
10.1 Características de la red	63
10.2 Arquitectura de red	63
10.3 Trazado	64
10.4 Conductores	64
10.5 Sistemas de protección contra sobreintensidades	67
10.6 Sistemas de protección contra contactos directos.....	67
10.7 Sistemas de protección contra contactos indirectos.....	68
10.8 Puesta a tierra del neutro.....	68
10.9 Cajas generales de protección.....	69
10.10 Terminales	70
11 ALUMBRADO PÚBLICO	71
11.1 Disposición de los viales	71
11.2 Eficiencia energética.....	72
11.3 Instalación.....	73
11.4 Luminarias y lámparas.....	73
11.5 Centro de mando.....	75

12 REAJUSTES CON RELACIÓN AL PLANEAMIENTO	
ANTECEDENTE.....	75
13 PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA	76
14 COORDINACIÓN CON LAS RESTANTES OBRAS	76
15 CONFORMIDAD PREVIA DE OTROS ORGANISMOS	77
16 CONCLUSIÓN.....	77
<u>MEMORIA DE CÁLCULOS</u>	78
1 DETERMINACIÓN DE POTENCIAS POR PARCELAS	79
1.1 Potencias de parcelas dedicadas a viviendas	79
1.2 Potencias de parcelas dotaciones y de equipamiento público	82
1.3 Potencias de parcelas destinadas a zonas verdes	82
1.4 Simultaneidades	83
1.5 Potencias de los centros de transformación	83
2 RED DE MEDIA TENSIÓN.....	85
2.1 Canalizaciones	85
2.2 Potencia aparente a distribuir.....	86
2.3 Potencia de cortocircuito	89
2.4 Cálculos eléctricos	90
2.4.1 Resistencia del conductor	90
2.4.2 Reactancia del conductor.....	91
2.4.3 Capacidad del conductor	92
2.4.4 Intensidad máxima admisible	93
2.4.5 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores	94
2.4.6 Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas	95
2.4.7 Caída de tensión.....	96
2.4.8 Potencia a transportar	96
2.4.9 Pérdidas de potencia	97

2.5 Puesta a tierra.....	98
3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	99
3.1 Intensidad de media tensión.....	99
3.2 Intensidad de baja tensión.....	100
3.3 Corrientes de cortocircuito	101
3.4 Dimensionamiento del embarrado	102
3.4.1 Comprobación por densidad de corriente.....	102
3.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica	103
3.4.3 Comprobación por sollicitación térmica.....	103
3.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	104
3.5.1 Transformadores.....	104
3.5.2 Termómetros.....	106
3.5.3 Protecciones de baja tensión.....	107
3.6 Ventilación.....	107
3.7 Puesta a tierra.....	108
3.7.1 Investigación de las características del suelo	108
3.7.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto	109
3.7.3 Procedimiento de cálculo y configuración elegida.....	109
3.7.4 Resistencia de puesta a tierra.....	111
3.7.5 Intensidad de defecto a tierra.....	111
3.7.6 Tensión de defecto.....	112
3.7.7 Tensión de paso máxima	112
3.7.8 Tensión de paso admisible.....	113
3.7.9 Tensión de paso admisible en el acceso al centro de transformación .	113
3.7.10 Tensión de contacto máxima	114
3.7.11 Tensión de contacto admisible	115
3.7.12 Separación entre sistemas de tierra.....	115
3.7.13 Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto	116
3.7.14 Tierra de servicio	116
3.7.15 Corrección y ajuste del diseño inicial.....	117
3.8 Iluminación interior	118
3.8.1 Criterios generales	118
3.8.2 Método de cálculo	118
3.8.3 Cálculos luminotécnicos.....	120
4 RED DE BAJA TENSIÓN.....	122
4.1 Cálculos eléctricos	123

4.1.1 Resistencia del conductor	123
4.1.2 Reactancia del conductor	123
4.1.3 Intensidad máxima admisible	124
4.1.4 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores	124
4.1.5 Caída de tensión.....	125
4.1.6 Potencia a transportar	127
4.1.7 Pérdidas de potencia	127
4.2 Protecciones de sobreintensidad	129
5 ALUMBRADO PÚBLICO	130
5.1 Cálculos luminotécnico	130
5.1.1 Método de cálculo	130
5.1.2 Resultados luminotécnicos sección A-A'	134
5.1.3 Resultados luminotécnicos sección B-B'	137
5.1.4 Resultados luminotécnicos sección C-C'	140
5.2 Cálculos eléctricos	143
5.2.1 Potencias eléctricas.....	143
5.2.2 Caída de tensión.....	143
5.3 Cimentación de los báculos	148
<u>PLANOS</u>	149
1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	150
2 RED DE MEDIA TENSIÓN.....	151
3 RED DE BAJA TENSIÓN.....	152
4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	153
5 ZANJAS DE ELECTRIFICACIÓN	154
6 DETALLES DE ZANJAS DE ELECTRIFICACIÓN	155

7 ZANJAS DE ALUMBRADO.....	156
8 DETALLES DE ZANJAS DE ALUMBRADO.....	157
9 SECCIONES TIPO Y SITUACIÓN DE SERVICIOS	158
10 CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN.....	159
11 IMPLANTACIÓN DEL ALUMBRADO.....	160
12 CENTRO DE MANDO	161
13 CIRCUITOS DE ALUMBRADO	162
14 DETALLES DE BÁCULOS	163
<u>PRESUPUESTO</u>	164
1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA URBANIZACIÓN	165
2 CUADRO DE PRECIOS.....	165
3 CRITERIO DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	165
4 PRESUPUESTO DE ELECTRIFICACIÓN	166
4.1 Obra civil	166
4.2 Red de Media Tensión	167
4.3 Centros de transformación.....	167
4.4 Red de Baja Tensión.....	169

4.5 Partidas alzadas.....	169
4.6 Justificaciones de partidas	169
5 PRESUPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO	170
5.1 Canalizaciones	170
5.2 Conductores	170
5.3 Centro de mando y acometida	171
5.4 Puntos de luz.....	171
5.5 Conservación y legalización.....	171
5.6 Partidas alzadas.....	172
5.7 Justificaciones de partidas	172
5.7.1 Horas de funcionamiento anual	172
5.7.2 Potencia de cada luminaria	172
5.7.3 Potencia total	173
5.7.4 Consumo anual de energía.....	173
5.7.5 Costo anual de la energía.....	173
5.7.6 Reposición de luminarias	173
5.7.7 Limpieza de luminarias	174
6 PRESUPUESTO DE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	174
6.1 Instalaciones provisionales de obra	174
6.2 Señalizaciones.....	176
6.3 Protecciones colectivas.....	176
6.4 Protecciones personales	177
6.5 Mano de obra	178
7 REPERCUSIONES TOTALES ECONÓMICAS	179
7.1 Presupuesto total de las obras	179
7.2 Módulo de costes	179
<u>PLIEGO DE CONDICIONES</u>.....	181
1 CONDICIONES GENERALES	182
1.1 Objeto del pliego.....	182
1.2 Documentos que definen las obras	182

1.3 Normativa oficial aplicable.....	182
1.4 Normativa de la compañía suministradora	183
2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	184
2.1 Obras comprendidas	184
2.2 Obras civiles	185
2.3 Medios y obras auxiliares	185
2.4 Conservación y reparación de las obras.....	185
3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES	186
3.1 Instrucciones complementarias.....	186
3.2 Cobre.....	186
3.2.1 Características mecánicas	186
3.2.2 Características eléctricas.....	187
3.2.3 Pruebas	187
3.3 Aluminio	188
3.3.1 Características mecánicas	188
3.3.2 Características eléctricas.....	188
3.3.3 Pruebas	189
3.4 Bronce, latón y otras aleaciones	189
3.5 Pinturas	190
3.6 Pastas aislantes.....	190
3.6.1 Pruebas	191
3.7 Cinta aislante	191
3.8 Aislantes varios.....	191
3.9 Porcelana.....	191
3.9.1 Pruebas	192
3.10 Cables subterráneos de media tensión	192
3.10.1 Pruebas	193
3.11 Cables subterráneos de baja tensión	193
3.12 Otras disposiciones	193
3.13 Cajas terminales y de empalmes en la red de media tensión	194
3.13.1 Pruebas	194

3.14	Aparamenta.....	195
3.14.1	Transformadores de potencia.....	195
3.14.2	Cabinas	195
3.14.3	Centro de transformación prefabricado subterráneo	196
3.14.4	Cuadros de distribución de baja tensión en centros de transformación	197
3.15	Tomas de tierra	198
3.16	Pértigas y plataformas aislantes.....	199
3.17	Placas indicadoras de peligro.....	199
3.18	Canalizaciones	200
3.19	Tubos	200
3.20	Arquetas.....	201
3.21	Marcos y tapas	201
4	CONDICIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	201
4.1	Orden de los trabajos	201
4.2	Condiciones generales de ejecución	202
5	PRUEBAS MÍNIMAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS... 202	
5.1	Pruebas para la recepción provisional de las obras	202
5.1.1	Reconocimiento de las obras	202
5.2	Pruebas para la recepción definitiva de las obras	204
6	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....	204
7	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN	205
7.1	Certificados.....	205
7.2	Libro de órdenes	205
	<u>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</u>	207
1	OBJETO DEL ESTUDIO.....	208

2 CAMPO DE APLICACIÓN	208
3 NORMATIVA APLICABLE	208
3.1 Normativa oficial aplicable.....	208
3.2 Normativa de la compañía suministradora	210
4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.....	210
4.1 Descripción de la obra	210
4.2 Suministros de energía eléctrica	211
4.3 Suministros de agua potable	211
4.4 Servicios higiénicos	211
4.5 Servidumbres y condicionantes	211
5 DESARROLLO DEL ESTUDIO	212
5.1 Conjunto de la obra.....	212
5.2 Movimientos de tierras	213
5.3 Montaje y puesta en tensión	214
5.4 Pruebas y puesta en servicio de instalaciones.....	216
6 TRABAJOS LABORALES ESPECIALES.....	217
7 ASISTENCIA SANITARIA.....	217
8 PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES	217
<u>HOJAS DE CARACTERÍSTICAS.....</u>	219
1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	220
1.1 Transformador	222
1.2 Celdas de Media Tensión.....	227
1.3 Cuadros de distribución de Baja Tensión	229

1.4 Luminaria.....	233
2 CABLE DE MEDIA TENSIÓN.....	235
3 CABLE DE BAJA TENSIÓN	245
4 ALUMBRADO PÚBLICO	247
4.1 Luminaria de la Sección A-A'	247
4.2 Luminaria de las Secciones B-B' y C-C'	250
4.3 Báculo	255
4.4 Columna.....	256
4.5 Cuadro del centro de mando	257
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	259
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	260
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>.....	262
<u>ÍNDICE DE ECUACIONES</u>	265

RESUMEN

En estas páginas se resume y se da la estructura del Proyecto de Electrificación y Alumbrado Público

En primer lugar lo que el lector se encontrará será una Memoria Descriptiva donde se explican los elementos constructivos utilizados y diseñados para cumplir con el objetivo de dotar a la Urbanización “Cerro Belmonte” de Madrid de los servicios de Energía Eléctrica y Alumbrado Público.

Los servicios de Energía Eléctrica comprenden:

- Redes de Media Tensión
- Centros de Transformación
- Redes de Baja Tensión
- Canalizaciones y arquetas

Se contempla la definición de este servicio en los planos:

- **Red de Media Tensión:** En el que se han dibujado los circuitos de Media Tensión, que alimentan cada centro de transformación para darle servicio y cierran con los puntos de corte previstos por la compañía en la red general existente.
- **Red de Baja Tensión:** En el que se han dibujado los circuitos que partiendo de cada centro de transformación, dan servicio a las arquetas de acometida situadas en las parcelas correspondientes, habiéndose dibujado los circuitos, esquemáticamente, por lo que su trazado no se encuentra en su posición exacta.
- **Circuitos de Baja Tensión:** Donde se define la posición exacta de los circuitos que parten de los centros de transformación hasta las acometidas a las parcelas, además de la sección de los cables así como la potencia que transportan.
- **Zanjas de Electrificación:** Define las canalizaciones a ejecutar en función del número de circuitos proyectados.
- **Detalles de zanjas de Electrificación:** Donde se especifican las dimensiones constructivas de las zanjas en función de los tubos que vayan en cada una y las dimensiones de las arquetas utilizadas.

- **Centro de Transformación:** En el que se especifica con todo detalle las dimensiones y características de los centros de transformación, así como su esquema unifilar, sus celdas de media tensión y sus cuadros de distribución de baja tensión.

En la Memoria de Cálculos se incluyen tanto los cálculos eléctricos de Media Tensión como en Baja Tensión de los circuitos previstos.

Los servicios de Alumbrado comprenden:

- Acometida al centro de mando
- Centro de mando
- Cableado
- Tubos
- Cimentaciones
- Báculos y columnas
- Luminarias

Se contempla la definición de este servicio en los planos:

- **Implantación de alumbrado:** En el que se han dibujado los circuitos que partiendo del centro de mando dan servicio a los puntos de luz correspondientes, los cuales están situados en el dibujo en sus coordenadas reales. Los circuitos, en cambio, se han dibujado esquemáticamente, por lo que su trazado no se encuentra en su posición exacta.
- **Zanjas de alumbrado:** Define las canalizaciones a ejecutar en función de cada tipo diferente proyectado.
- **Detalles de zanjas de alumbrado:** Donde se especifican las dimensiones constructivas de las zanjas en función de si se sitúan en aceras pavimentadas, aceras en tierra o cruce de calzadas, y las dimensiones exteriores e interiores de las arquetas de registro y de cruce utilizadas.

- **Centro de mando:** En el que se detalla las medidas del armario que lo contiene, las dimensiones de la cimentación necesaria, su puesta a tierra con todo detalle y sobre todo su esquema unifilar eléctrico.
- **Circuitos de alumbrado:** En el que se define con todo detalle la posición relativa de cada punto de luz y la distancia entre ellos en los circuitos que parten del centro de mando para dotar de luz a los viales.
- **Detalle de báculos:** Donde se explica con todo detalle las dimensiones de los báculos y de sus distintas secciones, las dimensiones de su caja de conexión y protección, la información sobre la cimentación necesaria y los elementos de puesta a tierra.

En la Memoria de Cálculos se incluyen tanto los cálculos eléctricos como los luminotécnicos de los circuitos previstos.

Se adjunta también el plano **Secciones tipo y situación de servicios** en el que se especifica las secciones de compatibilidad de servicios, en el que puede apreciarse la colocación de la canalización de alumbrado y de energía eléctrica dentro de la sección tipo de calle, así como las secciones tipo de los viales que posee la Urbanización.

Dentro del documento de Presupuesto se adjunta las mediciones, la cantidad necesaria y el importe de todos los elementos constitutivos dentro de las obras de energía eléctrica y alumbrado, así como los elementos propios del Estudio de Seguridad y Salud, que asciende a un total de **580.522,74 euros**.

El siguiente anexo es el Pliego de Condiciones donde se fijan las condiciones técnicas de los materiales y el procedimiento a seguir para la ejecución, medición y abono de las obras e instalaciones definidas en el presente Proyecto.

También se adjunta el Estudio de Seguridad y Salud por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello, relación de riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El último anexo es un resumen de las hojas de características de los elementos más importantes que se han utilizado para la redacción del presente Proyecto, donde se especifican todas las medidas, elementos constitutivos, etc., de los mismos.

MEMORIA DESCRIPTIVA

En las siguientes páginas se relata la descripción de la instalación eléctrica y del alumbrado de la urbanización

CAPÍTULO 1.- OBJETO

El presente Proyecto tiene la finalidad de dotar de las redes de suministro de energía eléctrica y de alumbrado público a las parcelas y viales públicos de la Urbanización del A. P. R. 09.04 “Cerro Belmonte” en Madrid.

Además de esto, se pretende exponer ante los Organismos Competentes que la red de acometida en Media Tensión, la red de distribución de Baja Tensión, los centros de transformación y el alumbrado público que nos ocupa, reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa de la ejecución de la instalación (Licencia de Obras) por parte del Ayuntamiento de Madrid, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dichas instalaciones. Por lo tanto, el objeto de este Proyecto es el de sentar las bases para realizar las instalaciones, que más adelante se detallan, y que los Organismos Oficiales formen juicio técnico sobre las mismas.

Se ha realizado el Proyecto analizando todo el ámbito del sector correspondiente al PERI 09.04 con una concepción global, considerándose una única fase constructiva.

CAPÍTULO 2.- ÁREA DE ACTUACIÓN

Como puede verse en el plano de **Situación** que se adjunta en el Anexo de Planos, la zona de actuación, sobre la que se proyecta, se corresponde con la Urbanización del A. P. R. 09.04 “Cerro Belmonte” en el Distrito de Moncloa-Aravaca de la ciudad de Madrid. A continuación se indica la situación y delimitación de la Urbanización en el callejero de la ciudad así como una imagen de la zona obtenida por satélite.



Figura 1: Callejero de Madrid con la Urbanización delimitada



Figura 2: Imagen de satélite de Madrid con la Urbanización delimitada

CAPÍTULO 3.- PETICIONARIO Y SUMINISTRO DE ENERGÍA

Peticionario:

Universidad Carlos III de Madrid
C. I. F. A-00000000
Avda. de la Universidad, 30 – (28911) – Leganés – (Madrid)

Compañía Suministradora:

Iberdrola Distribución Eléctrica S. A.U.
C. I. F. A-95075586
Calle Cardenal Gardoqui, 8 – (48008) – Bilbao – (Vizcaya)

CAPÍTULO 4.- REGLAMENTACIÓN

4.1. Reglamentación oficial

Además de las condiciones técnicas particulares contenidas en el Pliego de Condiciones y en las Prescripciones Técnicas Particulares del Conjunto de las Obras de este Proyecto de Urbanización, serán de aplicación las generales especificaciones de los siguientes documentos:

- Normalización de elementos constructivos para obras de urbanización del Ayuntamiento de Madrid de 1989.
- Instrucción para el Diseño de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid del BOCAM de 15 de Febrero de 2001.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía aprobado por el Decreto de 12 de Marzo de 1954.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado en el Decreto 842/2002 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre.
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobadas el 6 de Julio de 1984 (B. O. E. de 1 de Agosto de 1984) y modificaciones complementarias posteriores de 18 de Octubre de 1984 (B. O. E. de 25 de Octubre de 1984).
- Orden de 27 de Noviembre de 1987 por el que se actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT-13 y MIE-RAT-14 del Reglamento sobre Condiciones técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Normas sobre Ventilación y Acceso a Ciertos Centros de Transformación, aprobadas por Resolución de la Dirección General de la Energía de 19 de Junio de 1984 (B. O. E. de 26 de Junio de 1984).
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Métodos de Cálculo de UNESA.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la legislación vigente, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos mencionados se aplicará el criterio correspondiente, al que tenga una fecha de aprobación posterior.

4.2. Reglamentación de la compañía suministradora

El presente proyecto ha sido redactado teniendo en cuenta las Normas de la Compañía Suministradora de Energía. No obstante, el Contratista se obliga a mantener con ella el debido contacto con el Técnico Encargado, para evitar siempre que sea posible, criterios dispares y complicaciones en la ejecución.

Las Normas particulares de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica “Iberdrola” son las que a continuación se indican:

- Proyecto tipo de Centro de Transformación Prefabricado Subterráneo MT – 2. 11. 02.
- Proyecto tipo de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV MT – 2. 31. 01.
- Proyecto tipo de Línea Subterránea de BT MT – 2. 51. 01.
- Celdas de AT bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricados con dieléctrico de SF6 para Centros de Transformación NI – 50. 42. 11.
- Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV NI – 56. 43. 01.
- Cables unipolares RV con conductores de aluminio para redes subterráneas de BT 0,6/1kV NI – 56. 31. 21.
- Cuadros de distribución en BT para Centros de Transformación de interior NI – 50. 44. 02.
- Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión NI – 72. 30. 00.

CAPÍTULO 5.- CARACTERÍSTICAS DE LA URBANIZACIÓN

Las características de la Urbanización, así como su superficie se pueden resumir en el siguiente cuadro:

Superficie de la Urbanización “Cerro Belmonte”	30.889,71 m²
Superficie de parcelas edificables	9.669,20 m ²
Superficie edificable residencial	30.415 m ²
Sistemas generales del viario	5.830,35 m ²
Superficie viaria del interior de la urbanización	8.496,31 m ²
Superficie dotacional	3.200 m ²

Tabla 1: Superficies de la Urbanización

5.1. Parcelas dedicadas a viviendas

La Urbanización consta de 6 parcelas dedicadas a la construcción de un total de 334 viviendas de 90 m² cada una cuyas características vienen resumidas en el siguiente cuadro. En este caso no existen edificios ni locales como tales, al no estar contruidos, por lo que se supondrá que la edificabilidad comercial será un 10% de la edificabilidad residencial.

Parcela	Superficie	Nº viviendas	Régimen	Edificabilidad residencial	Edificabilidad comercial
R-1	2.098,23 m ²	72	Libre	6.600,10 m ²	660 m ²
R-2	2.098,47 m ²	72	Libre	6.600,85 m ²	660 m ²
R-3	1.196,55 m ²	42	Realojados	3.763,91 m ²	376 m ²
R-4	966,95 m ²	34	Municipal	3.041,50 m ²	304 m ²
R-5	1.654,50 m ²	58	Libre	5.204,32 m ²	520 m ²
R-6	1.654,50 m ²	58	Libre	5.204,32 m ²	520 m ²
TOTAL	9.669,20 m²	334		30.415 m²	3.040 m²

Tabla 2: Características generales de las parcelas dedicadas a viviendas



Figura 3: Imagen del estado actual de la parcela residencial R-2

5.2. Parcelas dotacionales y de equipamiento público

En esta Urbanización, objeto de nuestro estudio, existen dos parcelas dedicadas para el equipamiento público que serán propiedad del Ayuntamiento de Madrid, cuyas características son:

Parcela	Superficie
E-1	1.211 m ²
E-2	1.989 m ²
TOTAL	3.200 m²

Tabla 3: Características generales de las parcelas dedicadas a equipamiento público



Figura 4: Imagen del estado actual de la parcela de equipamiento público E-1

5.3. Parcelas destinadas a zonas verdes

Las parcelas destinadas a las zonas verdes serán 3, cuyas características vienen en el siguiente cuadro, y como se verá en la Memoria de Cálculos el consumo de este tipo de parcelas dedicadas a zonas verdes consiste principalmente en alumbrado

público, y dicho alumbrado se calcula según el número de luminarias a utilizar multiplicando el número de luminarias por su potencia.

Como en este caso no se diseña el alumbrado de ninguna de las zonas verdes, se estima que la potencia de cada parcela será de 10 W/m².

Parcela	Superficie
ZV-1	1.504,43 m ²
ZV-2	1.747,28 m ²
ZV-3	349,14 m ²
TOTAL	3.600,85 m²

Tabla 4: Características generales de las parcelas dedicadas a zonas verdes

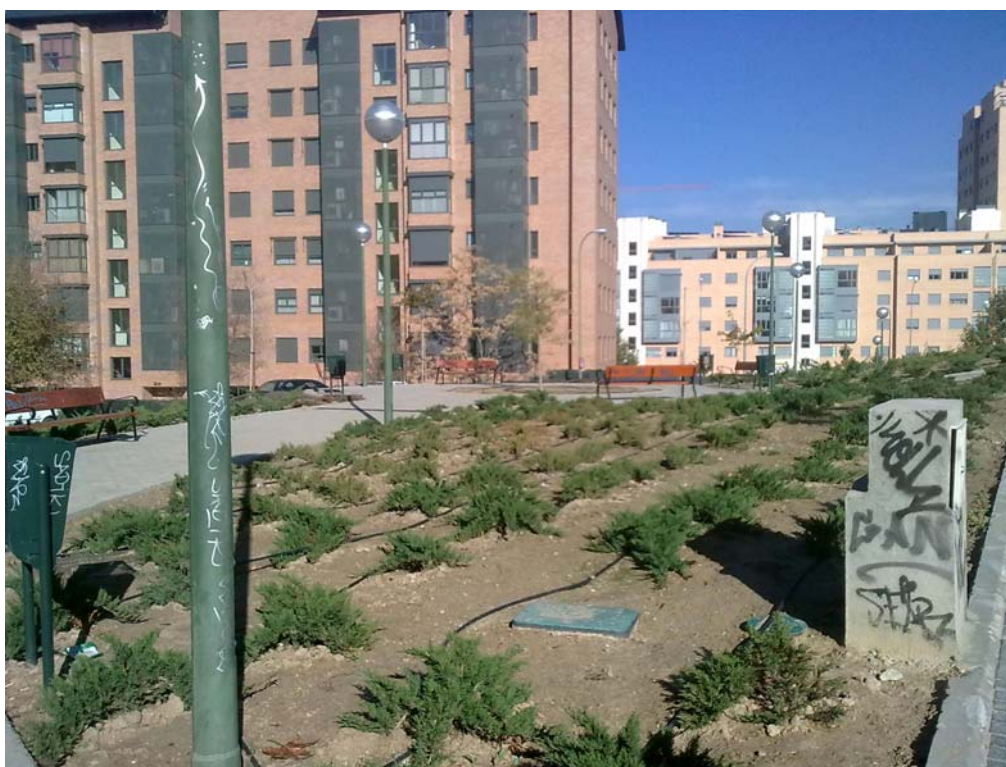


Figura 5: Imagen del estado actual de la parcela de zona verde ZV-1

5.4. Parcelas destinadas a viales

En cuanto a la superficie del viario hay que distinguir la propia de la Urbanización, que será objeto del estudio de Alumbrado Público y la restante zona viaria que comunica con el perímetro de la Urbanización.

La superficie viaria del interior de la urbanización VP-1 tiene una superficie de 8.496,31 m² repartidos entre las calles:

- Calle del Valle de Bergantiños
- Calle del Valle del Silencio
- Acceso a los garajes



Figura 6: Imagen del estado actual de la calle del Valle de Bergantiños entre las parcelas E-2 y R-6

La superficie de los sistemas generales del viario se distribuye en las siguientes zonas:

Parcela	Superficie	Calle
VSG-1	2.691,90 m ²	Avd. de los Pinos
VSG-2	871,90 m ²	C/ de Sinesio Delgado
RVSG-1	1.739,85 m ²	C/ Villaamil
RVSG-2	556,70 m ²	C/ Villaamil
TOTAL	5.860,35 m²	

Tabla 5: Características generales de las parcelas dedicadas a los sistemas generales del viario

CAPÍTULO 6.- CRITERIOS GENERALES DE CÁLCULO

6.1. Criterios generales de electrificación

Teniendo presente el Plan Especial aprobado con sus cuadros correspondientes de superficies que se acompaña, se tienen los siguientes usos y las correspondientes dotaciones asignadas, de acuerdo con el Reglamento vigente:

- **Uso Residencial:** 9.200 W/vivienda
- **Equipamiento Público:** 100 W/m²
- **Zonas Verdes:** 10 W/m²

El consumo de las parcelas destinadas a un uso residencial se realiza teniendo cuenta la instrucción ITC-BT-10 por la que se establecen dos grados de electrificación. Dichos grados son función de la superficie de la vivienda y de la previsión de circuitos para calefacción eléctrica y aire acondicionado.

En este caso se ha decidido asignar un grado de electrificación “Elevado” con una previsión de 9,2 kW por vivienda debido al uso generalizado de aire acondicionado y no saber el tipo de calefacción al que puedan optar las viviendas.

El consumo de las parcelas destinadas a un uso dotacional y de equipamiento público se realiza teniendo en cuenta la instrucción ITC-BT-10 en la que se establece que el grado de electrificación en edificios destinados a usos públicos u oficinas deberá ser de 100 W/m² y planta con un mínimo de 3.450 W.

Como ya se ha comentado anteriormente, el grado de electrificación de las zonas verdes viene dado por una estimación de potencia que se pueda usar para efectuar el alumbrado de las mismas, el cual se estima en 10 W/m².

El grado de electrificación de los viales vendrá dado por la potencia que consuma las luminarias colocadas para el alumbrado de los mismos.

6.2. Criterios generales de alumbrado público

La finalidad del alumbrado público es proporcionar al conductor la visibilidad necesaria para distinguir los obstáculos y el trazado de la carretera con el tiempo preciso para efectuar las maniobras que garanticen su seguridad, además de dotarle de confort visual mientras conduce.

Los factores a considerar para la implantación de alumbrado público son los siguientes:

- El tipo de vía (autopista, autovía, vía rápida o carretera convencional), su situación y trazado.
- Los puntos singulares, tales como intersecciones, enlaces complicados y tramos especiales.
- La intensidad y composición del tráfico.

Para las aceras y aparcamientos se ha optado por la clase de iluminación CE5 que se basa en la situación vial que se resume en el siguiente cuadro:

Parámetro	Valor
Velocidad típica del usuario principal	Baja (entre 5 y 30 km/h)
Usuario principal	Peatón y tráfico motorizado
Otros usuarios autorizados	/
Usuario excluido	Vehículos lentos y ciclistas
Situación de iluminación	D1
Medidas constructivas para la restricción del tráfico	No
Tránsito de peatones	Normal
Grado de dificultad de navegación	Normal
Reconocimiento facial	Innecesario
Riesgo de criminalidad	Normal
Grado de luminancia del entorno	Medio (entorno urbano)

Tabla 6: Características principales de la situación vial de la clase de iluminación CE5

Los requerimientos fotométricos que se tienen que cumplir en esta clase de iluminación seleccionada son los siguientes:

Parámetro	Siglas	Valor
Iluminancia media (lux)	E_m	$\geq 7,5$
Uniformidad media	U_0	$\geq 0,4$

Tabla 7: Niveles mínimos de los requerimientos fotométricos de la clase de iluminación CE5

Para las calzadas se ha optado por la clase de iluminación ME5 que se basa en la situación vial que se resume en el siguiente cuadro:

Parámetro	Valor
Velocidad típica del usuario principal	Media (entre 30 y 60 km/h)
Usuario principal	Tráfico motorizado y vehículos lentos
Otros usuarios autorizados	Ciclistas y peatones
Usuario excluido	/
Situación de iluminación	B1
Conexión a otras calles	Cruces sencillos
Densidad de cruces (cantidad por km)	<3
Zona conflictiva	No
Medidas constructivas para la restricción del tráfico	No
Tránsito de vehículos (cantidad por día)	<7.000
Tránsito de ciclistas	Normal
Grado de dificultad de navegación	Normal
Vehículos estacionados	Si
Complejidad del campo de visión	Normal
Grado de luminancia del entorno	Medio (entorno urbano)
Tipo climático principal	Seco

Tabla 8: Características principales de la situación vial de la clase de iluminación ME5

Los requerimientos fotométricos que se tienen que cumplir en esta clase de iluminación seleccionada son los siguientes:

Parámetro	Siglas	Valor
Luminancia media (cd/m^2)	L_m	$\geq 0,5$
Uniformidad media	U_0	$\geq 0,35$
Uniformidad longitudinal	U_1	$\geq 0,4$
Incremento umbral (%)	TI	≤ 15
Relación del entorno	SR	$\geq 0,5$

Tabla 9: Niveles mínimos de los requerimientos fotométricos de la clase de iluminación ME5

La "Situación de iluminación" sirve de base para la definición de requerimientos exigidos a la iluminación vial. Toma como base el informe técnico pr CEN/TR 13201-1 del Comité Europeo de Estandarización.

Las situaciones de iluminación empleadas en el presente Proyecto son:

- **B1:** Parte de que la velocidad típica del usuario principal es media (entre 30 y 60 km/h) y que los usuarios principales son el tráfico motorizado y los vehículos lentos aunque se autoriza el uso a peatones y ciclistas.
- **D1:** Parte de que la velocidad típica del usuario principal es baja (entre 5 y 30 km/h) y que los usuarios principales son el tráfico motorizado y los peatones fundamentalmente.

CAPÍTULO 7.- OBRA CIVIL

7.1. Canalizaciones

Los tubos serán de polietileno de alta densidad (HDPE) de diámetro exterior de 160 mm y un diámetro interior mínimo de 120 mm, de color rojo, flexible, para las redes de media tensión, baja tensión y alumbrado.

Sus características estarán de acuerdo con la norma Iberdrola NI 52. 95. 03. Se dejará en cada uno de ellos una guía de alambre de 2,5 mm.

Se mandrilarán los tubos en su totalidad una vez cerrada y compactada la zona canalizada.

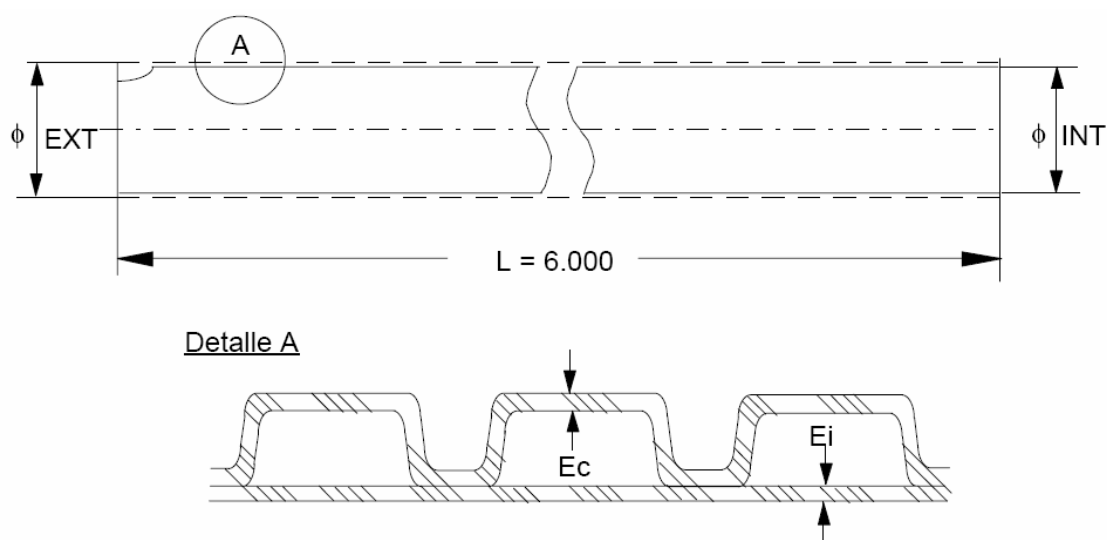


Figura 7: Tubo de HDPE utilizado para la canalización entubada

Los tubos irán alojados, en general, en zanjas de 70 cm de profundidad como mínimo y una anchura mínima de 35 cm, aumentando las dimensiones en función de la cantidad de tubos a instalar.

Cuando se considere necesario instalar un tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento. Para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Después se colocará un firme de hormigón de HM-12,5 para el alumbrado y de HM-20 para la electrificación de unos 12 cm de espesor y por último se procederá al pavimentado.

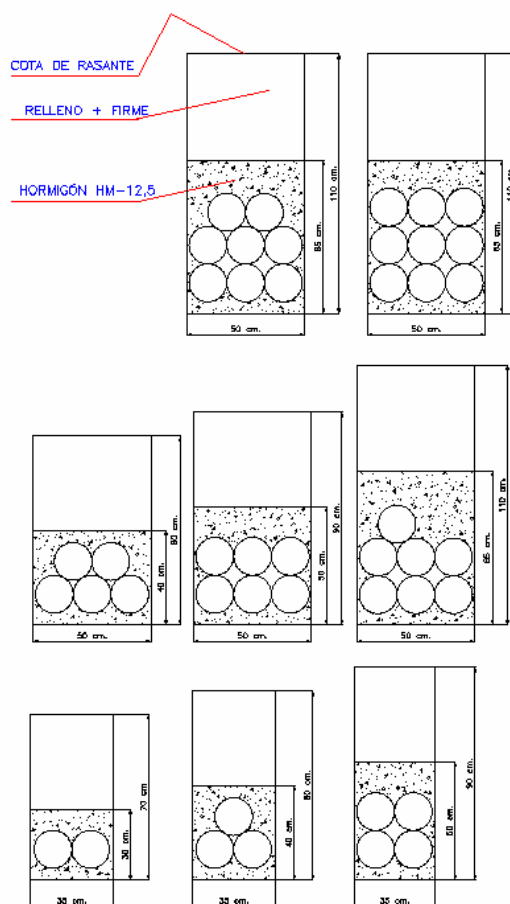


Figura 8: Ejemplos de canalizaciones entubadas en función del número de tubos

En los cruzamientos de calzadas y de ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido.

El trazado de las canalizaciones queda suficientemente claros en los planos **Zanjas de electrificación** y **Zanjas de alumbrado**, mientras que los detalles de colocación de los tubos y las dimensiones de las zanjas dependiendo de si son para canalizaciones entubadas, para canalizaciones de cruce de calzada, para aceras pavimentadas o para aceras en tierra quedan suficientemente explicado en los planos **Detalles de zanjas de electrificación** y **Detalles de zanjas de alumbrado**.

7.2. Arquetas

Las arquetas de registro para la electrificación serán de fábrica, de ladrillo macizo de media asta sin enlucir, con solera de tierra y sus dimensiones de acuerdo con las indicadas en el plano **Detalles de zanjas de electrificación** y cuyas características son:

- Arqueta de 0,61 x 0,61 m de medidas interiores y 1,10 m de altura, construida en fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie sin enlucir con fonda de tierra con marco M-2 y tapa T-2.
- Arqueta provisional de 0,5 x 0,5 m de medidas interiores y 0,5 m de altura, construida en fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie sin enlucir con fondo de tierra.



Figura 9: Arqueta de canalización de energía eléctrica tomada en la Urbanización

Las arquetas de registro para el alumbrado público serán prefabricadas de hormigón HM-12,5, estancas, fabricadas respetando la norma Iberdrola NI 5. 59. 80. 08 de acuerdo con las indicadas en el plano **Detalles de zanjas de alumbrado** y cuyas características son:

- Arqueta Tipo I para cruce de calzada construida con hormigón HM-12,5 y tapa de fundición situada en acera de nueva construcción de 0,20 m de espesor.

- Arqueta Tipo III de paso, derivación o toma de tierra, construida con hormigón HM-12,5 y tapa de fundición situada en acera de nueva construcción de 0,20 m de espesor.



Figura 10: Arqueta de canalización de alumbrado público tomada en la Urbanización

7.3. Cruzamientos con vías de comunicación

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 80 cm. Los tubos o conductos serán resistentes, duraderos, estarán hormigonados en todo su recorrido y tendrán un diámetro de 160 mm que permita deslizar los cables por su interior fácilmente. Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial. En todo caso deberá tenerse en cuenta lo especificado por las normas y ordenanzas vigentes, que correspondan. El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varias líneas, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

7.4. Cruzamientos con otros servicios

7.4.1. Otras conducciones de energía eléctrica

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará

mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. La distancia del punto de cruce de empalmes será superior a 1 m.

7.4.2. Con cables de telecomunicación

En los cruzamientos con cables de telecomunicación, los cables de energía eléctrica, se colocarán en tubos o conductos de resistencia mecánica apropiada, a una distancia mínima de la canalización de telecomunicación de 20 cm. En todo caso, cuando el cruzamiento sea con cables telefónicos deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo con la empresa de telecomunicación.

7.4.3. Agua, vapor, etc...

Los cables se mantendrán a una distancia mínima de 20 cm de estas canalizaciones. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placas separadoras constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior de 1 m del punto de cruce.

7.4.4. Gas

No se realizará el cruce del cable eléctrico sobre la proyección vertical de las juntas de la canalización de gas. La distancia a respetar en el caso de cruce con una canalización de gas es de 40 cm. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse hasta los mínimos establecidos en la siguiente tabla:

Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
En alta presión ($P > 4$ bar)	0,40 m	0,25 m
En media y baja presión ($P \leq 4$ bar)	0,40 m	0,25 m

Tabla 10: Distancias mínimas en cruzamientos con canalizaciones de gas

Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger.

7.4.5. Alcantarillado

En los cruzamientos de cables eléctricos con conducciones de alcantarillado deberá evitarse el ataque de la bóveda de la conducción. Debiéndose mantener en todo caso la distancia mínima de 50 cm. Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible, se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

7.4.6. Depósito de carburantes

Se evitarán los cruzamientos de cables eléctricos sobre depósitos de carburantes. Los cables de energía eléctrica deberán bordear el depósito adecuadamente protegidos. Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

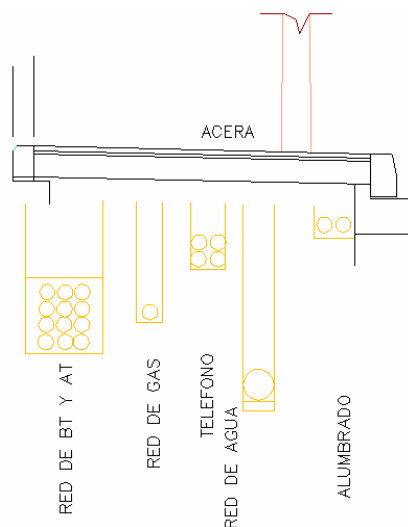


Figura 11: Representación de la situación de todos los servicios de la Urbanización bajo acera

7.5. Paralelismos

Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

7.5.1. Otras conducciones de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

7.5.2. Con cables de telecomunicación

Los cables de alta tensión directamente enterrados, deberán estar separados de los de telecomunicación una distancia mínima horizontal de 20 cm, en el caso en que los cables de telecomunicación vayan también enterrados directamente. Cuando esta distancia no pueda alcanzarse, deberá instalarse la línea de alta tensión en el interior de tubos con una resistencia mecánica apropiada.

7.5.3. Agua, vapor, etc...

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables eléctricos y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales de adecuada resistencia mecánica.

Se procurará mantener una distancia mínima de 25 cm en proyección horizontal y también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos.

7.5.4. Gas

La distancia entre los cables de energía eléctrica y las conducciones de gas será como mínimo de 40 cm y se protegerá la línea eléctrica con tubo de plástico envuelto con 10 cm de hormigón. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse hasta los mínimos establecidos en la siguiente tabla:

Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
En alta presión ($P > 4$ bar)	0,40 m	0,25 m
En media y baja presión ($P \leq 4$ bar)	0,40 m	0,15 m

Tabla 11: Distancias mínimas en paralelismos con conducciones de gas

Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

Además para el caso de las canalizaciones de gas, se asegurará la ventilación de los conductos, galerías y registros de los cables para evitar la posibilidad de acumulación de gases en ellos. No se colocará el cable eléctrico paralelamente sobre la proyección del conducto de gas, debiendo pasar dicho cable por debajo de la toma de gas.

7.5.5. Alcantarillado

En los paralelismos de las cables con conducciones de alcantarillado habrá una distancia mínima de 50 cm, debiéndose proteger apropiadamente los cables cuando no pueda conseguirse esa distancia. Se procurará pasar los cables por encima, si no es

posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

7.5.6. Depósitos de carburante

Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

7.5.7. "Fundaciones" de otros servicios

Cuando próximamente a una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se instalará a una distancia de 50 cm como mínimo de los bordes externos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia será de 1,50 m en el caso en el que el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. Cuando esta precaución no se pueda tomar, se empleará una protección mecánica resistente a lo largo del soporte y de su fundación prolongando una longitud de 50 cm a ambos lados de los bordes extremos de la misma.

CAPÍTULO 8.- RED DE MEDIA TENSIÓN

Las redes proyectadas serán subterráneas, en instalación entubada de 885 m, con tubos de polietileno de 160 mm de diámetro, de color rojo, flexible, dispuesta, según el plano **Detalles de zanjas de electrificación** y anchura de zanja variable.

8.1. Enlace con el exterior

Para alimentar eléctricamente toda la zona de actuación la Compañía Iberdrola ha fijado las conexiones con las redes existentes en el límite de la urbanización en:

- La calle de Valdesangil
- El cruce entre las calles de Sinesio Delgado y Villaamil

Desde estos puntos se alimentan los tres centros de transformación proyectados de la siguiente manera:

Mediante la instalación de un circuito de media tensión, de nuevo trazado, que alimenta los centros de transformación CT-1 y CT-3 y que sustituye a la red que discurre por la calle de Valdesangil, por medio de una variante con dos puntos de conexión, por la calle de nuevo trazado (calle del Valle de Bergantiños) y a la que se conectan los dos citados centros.

Mediante un nuevo circuito de ida y vuelta con dos puntos de conexión en el punto de corte del circuito que discurre por la calle de Sinesio Delgado y situado en el cruce con la calle Villaamil para la alimentación del CT-2.

8.2. Arquitectura de red

Como se ha podido comprobar los centros de transformación a proyectar forman parte de dos redes distintas de media tensión que al no tener más datos se supondrá que se trata de una estructura de espiga apoyada.

La espiga es un conjunto de circuitos con origen en distintos puntos de alimentación confluyendo en los puntos de socorro (centros de reflexión). La estructura normalmente dispondrá de cables cero, desde cada punto de alimentación, que finalizan en un centro de reflexión común.

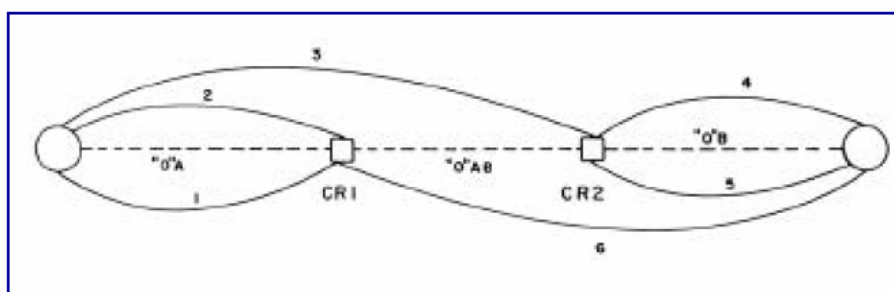


Figura 12: Esquema de la estructura de media tensión "espiga apoyada"

8.3. Trazado

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- Se ubicará preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público, bajo acera, evitando los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura, después de colocado el cable, será como mínimo, de $10 \cdot (D + d)$ siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor.
- Los cruces de calzadas deberán realizarse perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta.
- Las distancias a las fachadas estarán, siempre que sea posible, de acuerdo con lo especificado por los reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes.

8.4. Conductor

El cable elegido es del tipo normalizado por Iberdrola y cuyas características son las siguientes:

Parámetro	Valor
Sección	3 hilos de $1 \times 150 \text{ mm}^2$
Conductor	Aluminio
Aislamiento	Etileno-Propileno
Tipo	HEPRZ1
Tensión	12/20 kV
Tensión de servicio	15 kV
Sección de pantalla	16 mm^2

Tabla 12: Características principales del cable de media tensión elegido

La principal diferencia entre los conductores usados en redes de media tensión reside en el tipo de aislamiento que presentan (polietileno reticulado XLPE o etileno-propileno EPR) y el material conductor (aluminio o cobre). Estos factores determinan una serie de características que afectan a su vida útil y su funcionamiento. Además se recomienda la utilización de cables unipolares a la hora de ejecutar la instalación ya que son más manejables y más prácticos a la hora de realizar empalmes y conexiones.

En redes de distribución de media tensión se ha generalizado el uso de conductores de aluminio, siendo en las de baja tensión donde todavía se usan en algunos casos concretos conductores de cobre. Por ello en este apartado se compararán los conductores según su tipo de aislamiento, dejando la comparación del material conductor para el capítulo de Red de Baja Tensión.

La elección del aislamiento de XLPE o del aislamiento de EPR para este tipo de cable, ha sido el motivo de discusión entre las distintas compañías eléctricas desde el inicio de la utilización de los cables con aislamiento seco extruido.

El mejor comportamiento en el tiempo de los cables aislados con EPR ha sido el motivo por el cual se han instalado en las zonas en que las condiciones del terreno son críticas (humedad, agua, etc.,) o cuando sin ser críticas se demanda un cable con mejores prestaciones a lo largo de su vida.

El aislamiento EPR es más flexible que el XLPE y esto se traduce en radios de curvatura menores. Además posee un menor diámetro por lo que su manipulación y tendido en trazados sinuosos serían más sencillas en el caso del aislante EPR que en el de XLPE.

El comportamiento frente al envejecimiento térmico es mejor en el EPR (150 °C) que en el XLPE (135 °C) y esto le permite soportar temperaturas de trabajo y de sobrecarga más altas sin reducción de la vida útil del cable.

En cuanto al envejecimiento eléctrico los dos materiales son muy similares, en condiciones de ausencia de humedades, ya que se verá en el próximo párrafo en caso de penetración de agua el EPR tendría una vida útil más larga.

Si se utilizan cables con aislamiento extruído XLPE en zonas donde la humedad reinante en el terreno es importante, se produce la aparición de arborescencias en el seno del aislamiento. Debido al crecimiento progresivo de estas arborescencias (treeing) y al estar el cable expuesto continuamente a la acción de la humedad, se va degradando la rigidez dieléctrica del aislamiento a valores muy por debajo de los iniciales, con lo que se acorta la vida útil del cable y se incrementa la potencialidad de averías en la línea.

Se ha elegido, dentro de la gama de etileno-propileno, el tipo de alta densidad. Las ventajas del HEPR respecto al EPR tradicional son:

- Una mayor capacidad de transporte en igualdad de sección de conductor, ya que la temperatura de funcionamiento en régimen normal aumenta de 90 °C a 105 °C.
- Disminución del diámetro exterior del cable por la reducción de la sección del conductor, al aumentar la capacidad de transporte y por la reducción del espesor del aislamiento, al incrementar su gradiente de trabajo.
- Disminución del precio del cable para las mismas prestaciones, ya que las secciones del conductor y del aislamiento disminuyen y el resto de los componentes no varían.
- Mejora la manejabilidad del cable a consecuencia de la disminución de su diámetro exterior y de su peso.

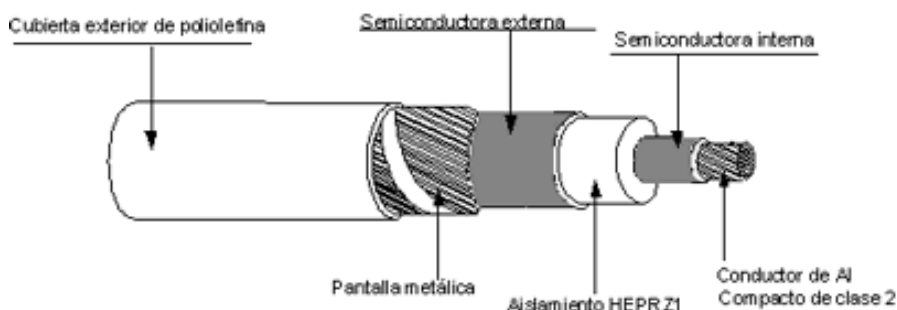


Figura 15: Constitución del cable de media tensión a utilizar

Todas las características de este conductor se encuentran al final del presente Proyecto en el Anexo de Hojas de Características, al igual que los cálculos eléctricos para la elección de la sección del cable se encuentra en la Memoria de Cálculos.

8.5. Dispositivos de maniobra y sistema de protección

8.5.1. Dispositivos de maniobra

Se utilizarán cortacircuitos fusibles de expulsión y seccionadores accionables por pértiga con una intensidad nominal acorde con las necesidades de la instalación. Éstos permiten la conexión y la desconexión de la instalación, a la vez que proporcionan un corte visible para la puesta en descargo de las instalaciones.

8.5.2. Protecciones contra sobreintensidades

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forma parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

8.5.3. Protección contra sobreintensidades de cortocircuito

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3

segundos, serán las indicadas en la Norma UNE-EN 20435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante aporte la documentación justificativa correspondiente.

8.5.4. Protección contra sobretensiones

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen.

Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso sobretensión.

8.5.5. Puesta a tierra

En las redes subterráneas de media tensión se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- **Tierra de protección:** Bastidores de los elementos de maniobra y protección y apoyos.
- **Tierra de servicio:** Autoválvulas o pararrayos, y envolturas o pantallas metálicas de los cables.

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios, garantizando una resistencia global de puesta a tierra inferior a $2\ \Omega$. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

La línea de tierra está constituida por conductores de sección 50 mm^2 , cuyo cálculo es función de la corriente de defecto y duración de la misma, y que se justifica en la Memoria de Cálculos. Los conductores a utilizar cumplirán con las Normas UNE-EN 21011/1 y UNE-EN 21012.

La puesta a tierra constará de un anillo y al menos un electrodo para tierra de protección y otro para la de servicio, de forma que la resistencia a tierra de esta última sea menor de $2\ \Omega$. Estos electrodos se interconectarán al anillo red general de tierra en puntos opuestos.

Los electrodos estarán constituidos por picas, pudiendo ser éstas:

- Picas de acero con protección catódica según UNE 20003.
- Picas de acero-cobre según norma UNE 21056.

8.6. Empalmes y terminales

En los puntos de unión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes adecuados a las características de los conductores a unir, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Estos empalmes podrán ser enfilables, retráctiles en frío o con relleno de resina. Los empalmes no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable empalmado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- El empalme debe estar protegido para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad de forma adecuada dadas las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).
- El empalme debe resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

Las piezas de empalme y terminales serán de compresión. Los terminales serán de tipo enchufables y apantallados de acuerdo con la Norma UNE-EN 50180 y de cualquiera de las marcas y modelos homologados por Iberdrola S.A.

CAPÍTULO 9.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Los centros de transformación son subterráneos tipo prefabricado modular, con la siguiente ubicación y potencia:

Centro de transformación	Parcela	Potencia
CT-1	ZV-1	1 x 630 kVA 1 x 400 kVA
CT-2	ZV-2	2 x 400 kVA
CT-3	ZV-1	2 x 400 kVA

Tabla 13: Ubicación y potencia de los centros de transformación

Todos los centros de transformación constan de la siguiente aparamenta eléctrica:

- Cabinas de media tensión
- Puentes de media tensión
- Cabinas de protección
- Transformadores
- Puentes de baja tensión
- Cuadros de baja tensión



Figura 16: Superficie del centro de transformación CT-1 en la parcela ZV-1

Los centros de transformación serán de la compañía Ormazabal y homologados por la compañía eléctrica Iberdrola y cuyo detalle tanto de instalación como los diversos componentes vienen claramente reflejados en el Anexo de Hojas de Características.

9.1. Características generales de los centros de transformación

9.1.1. Descripción

Los PFS son centros de transformación de estructura monobloque, diseñadas para su instalación subterránea, que pueden incorporar en su interior diferentes esquemas de distribución eléctrica, lo que le permite su uso tanto para distribuciones públicas como privadas.

El carácter subterráneo, y la facilidad de adaptación de la superficie de estos centros, reducen al mínimo su impacto sobre el entorno.

Los centros de transformación constan de 4 cabinas, que son, 2 de entrada y 2 de salida con espacio para una de reserva, con interruptor-seccionador de puesta a tierra y 2 celdas de protección de los transformadores, con interruptor seccionador repto fusible, fusibles y seccionador de puesta a tierra y dos cuadros de baja tensión para distribución.

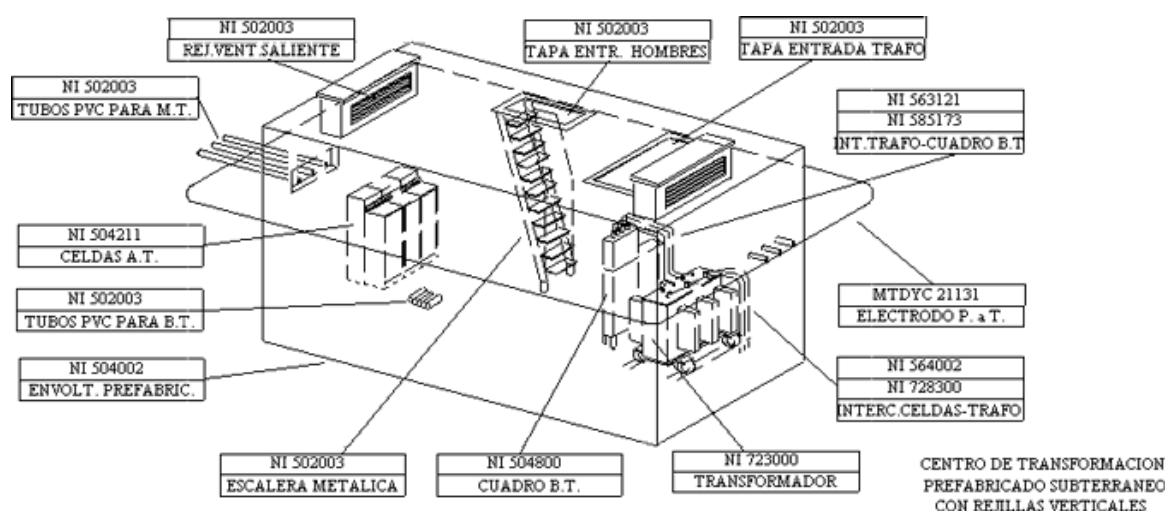


Figura 17: Componentes detallados de los centros de transformación

Las dimensiones de estos centros, así como los diversos componentes de los mismos, quedan claramente reflejados en el plano **Centro de transformación** y quedan resumidos en los siguientes cuadros:

- **Dimensiones de la excavación**

Parámetro	Valor
Longitud	7.280 mm
Fondo	3.680 mm
Profundidad	3.060 mm

Tabla 14: Dimensiones de la excavación de los centros de transformación

- **Dimensiones exteriores**

Parámetro	Valor
Longitud	7.600 mm
Fondo	3.000 mm
Altura	2.790 mm
Altura vista	0 mm
Peso máximo	29.000 kg

Tabla 15: Dimensiones exteriores de los centros de transformación

- **Dimensiones interiores**

Parámetro	Valor
Longitud	5.940 mm
Fondo	3.000 mm
Altura	2.790 mm

Tabla 16: Dimensiones interiores de los centros de transformación

La principal ventaja que presentan estos centros de transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados

íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

9.1.2. Envolvente

Los edificios prefabricados de hormigón PFS-2T-H están formados por dos piezas principales, una que aglutina la base y las paredes laterales y otra que forma la cubierta.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia de 500 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente respecto de la tierra de la envolvente.

La cubierta está formada por una pieza de hormigón en la que se encuentran las rejillas de ventilación, la tapa para acceso de personas, las tapas de los transformadores y la tapa de materiales (celdas). Todas las tapas disponen de insertos roscados para su manipulación.



Figura 18: Acabado del centro de transformación CT-2 donde se aprecian las partes de la cubierta

En los dos huecos para los transformadores, se dispone de una “meseta de transformador” que ha sido diseñada para distribuir homogéneamente el peso del transformador en la placa base y para recoger un derrame eventual del líquido refrigerante del transformador.

En la parte superior de las paredes laterales menores se sitúan los orificios de paso de los cables de media tensión. Los orificios de paso de los cables de baja tensión se encuentran en las paredes laterales mayores.

9.1.3. Placa piso

Sobre la placa base, y a una altura de unos 500 mm, se sitúa la placa piso, que se sustenta en algunos apoyos sobre la placa base, y en el interior de las paredes laterales, permitiendo en este espacio el paso de cables de media tensión y baja tensión, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

9.1.4. Accesos

El acceso de personas se realiza por una tapa equilibrada que permite la apertura por un solo operario y que al abrirse despliega una protección perimetral formada por una malla metálica. El descenso al centro de transformación se realiza por una escalera con un ángulo de inclinación inferior a 70°.



Figura 19: Centro de transformación PFS-2T-H en 3D

El acceso a los transformadores se realiza por las tapas correspondientes dentro del centro quedando los dos transformadores separados del resto por su correspondiente malla metálica.

A través de la tapa de materiales se pueden introducir al centro de transformación las celdas y los cuadros de baja tensión

9.1.5. Ventilación

La ventilación está compuesta de rejillas horizontales al nivel de cota cero, que crean un circuito de renovación del flujo de aire y a su vez las posibles aguas pluviales, que se pueden desalojar, en caso de existencia, a través del colector general del alcantarillado urbano.

9.1.6. Acabados

Las paredes laterales están impermeabilizadas exteriormente e interiormente pintadas de color blanco. El acabado de la cubierta se adapta al entorno y su acabado puede hacerse bien en fábrica o en obra mediante grava, baldosa, etc.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.



Figura 20: Acabado del centro de transformación CT-3 mediante adoquines

9.1.7. Calidad

La instalación de la aparamenta eléctrica de los centros de transformación se realiza íntegramente en fábrica asegurando así la calidad del montaje y han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU1303A y al RCE perteneciente al R. D. 3275/1982.

9.1.8. Cimentación

Para la ubicación de los centros de transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones aproximadas son las expuestas anteriormente, sobre cuyo fondo se extiende una base de hormigón de unos 200 mm de espesor con malla de acero y una capa de arena compactada y nivelada de unos 50 mm de espesor.

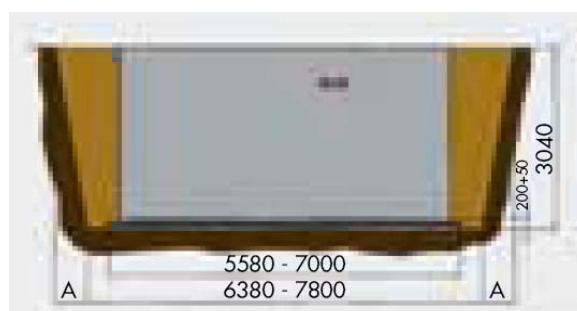


Figura 21: Esquema de la cimentación de los centros de transformación

9.2. Cabinas de media tensión

Las cabinas son del tipo 8DH10 modulares de aislamiento y corte en SF6 extensibles in situ a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas. Las dimensiones de sus paneles individuales son:

Parámetro	Valor
Anchura	350 mm
Profundidad	780 mm
Altura	1.400 mm

Tabla 17: Dimensiones de los paneles individuales de las cabinas de media tensión

Sus características eléctricas más reseñables son:

Parámetro	Valor
Tensión nominal	15 kV
Tensión soportada a frec. Industrial	36 kV
Tensión resistida a impulso	95 kV
Corriente de apertura de interruptores	25 A
Corriente de corta duración (1s)	25 A
Corriente de cierre en cortocircuito	63 A
Corriente barras colectoras	630/1.000 A
Corriente de alimentadores:	
• Panel interruptor	630 A
• Panel entrada/salida cables	630 A
• Panel salida a transformadores	200 A

Tabla 18: Características eléctricas de las cabinas de media tensión

9.3. Puentes de media tensión

La conexión eléctrica entre la celda de alta tensión y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de aluminio de 50 mm² de sección y del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión asignada del cable de 12/20 kV para tensiones asignadas de hasta 24 kV.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV y 200 A para centros de transformación de hasta 24 kV.

9.4. Transformadores

Los transformadores de potencia serán del tipo Dyn11, sumergidos en aceite mineral, refrigerados por aire, llevando incorporados los relés y demás accesorios necesarios. Habrá 5 transformadores de 400 kVA y 1 de 630 kVA.

Las características de los transformadores que se van a instalar son:

Parámetro	Valor (630 kVA)	Valor (400 kVA)
Tensión primaria	15 kV	15 kV
Tensión secundaria en vacío	420 V	420 V
Tensión más elevada para el material	36 kV	36 kV
Tensión de ensayo	70 kV	70 kV
Tensión de choque	170 kV	170 kV
Pérdidas en vacío	1.300 W	930 W
Pérdidas en carga	6.500 W	4.600 W
Tensión de cortocircuito a 75°	4 %	4 %
Nivel de potencia acústica dB	67 A	65 A
Caída de tensión a plena carga <ul style="list-style-type: none"> • $\cos \varphi = 1$ • $\cos \varphi = 0,8$ 	1,10 % 3,18 %	1,22 % 3,25 %
Rendimiento a plena carga <ul style="list-style-type: none"> • $\cos \varphi = 1$ • $\cos \varphi = 0,8$ 	98,78 % 98,47 %	98,64 % 98,30 %
Rendimiento con 75 % de carga <ul style="list-style-type: none"> • $\cos \varphi = 1$ • $\cos \varphi = 0,8$ 	98,96 % 98,70 %	98,84 % 98,56 %
Longitud	1.540 mm	1.440 mm
Anchura	960 mm	870 mm
Altura	1.490 mm	1.490 mm
Diámetro de rueda	125 mm	125 mm
Espesor de rueda	40 mm	40 mm
Peso de líquido aislante	310 kg	260 kg
Volumen de líquido aislante	346 l	290 l
Peso total	1.670 kg	1.410 kg

Tabla 19: Características principales de los transformadores de potencia a instalar

9.5. Puentes de baja tensión

La conexión eléctrica entre el transformador de potencia y el módulo de acometida en baja tensión se realizará con cable unipolar de 240 mm² de sección, con conductor de cobre, al ser particular, tipo RV y de 0,6/1kV, libre de halógenos. El número de cables será siempre de 3 para cada fase y dos para el neutro en los canales previstos al efecto en el centro de transformación.

9.6. Cuadros de baja tensión

Los cuadros de baja tensión, montados sobre bastidor normalizado, constan de un interruptor manual bajo carga, y zócalos de distribución con cartuchos A. P. R. preparado para 8 salidas. El número de cuadros de baja tensión por cada centro de transformación será de dos quedando el número de salidas por cada cuadro claramente reflejado en la Memoria de Cálculos.

Los cuadros son de la compañía Pronutec S. A. cuyas características principales son:

Parámetro	Valor
Tensión nominal	440 V
Intensidad nominal	1.600 A
Intensidad nominal por salidas	400 A
Tensión ensayo a frec. industrial	10 kV
Tensión ensayo con onda tipo rayo	20 kV
Corriente de cortocircuito	12 kA
Anchura	290 mm
Profundidad	580 mm
Altura	1.810 mm

Tabla 20: Características principales de los cuadros de baja tensión de los centros de transformación

9.7. Protecciones

9.7.1. Fusibles limitadores de media tensión

Los calibres de los fusibles limitadores instalados en las celdas de media tensión deben ser de los denominados “fusibles fríos” y sus características técnicas están recogidas en la norma NI 75. 06. 31 “Fusibles limitadores de corriente asociados para alta tensión hasta 36 kV”.

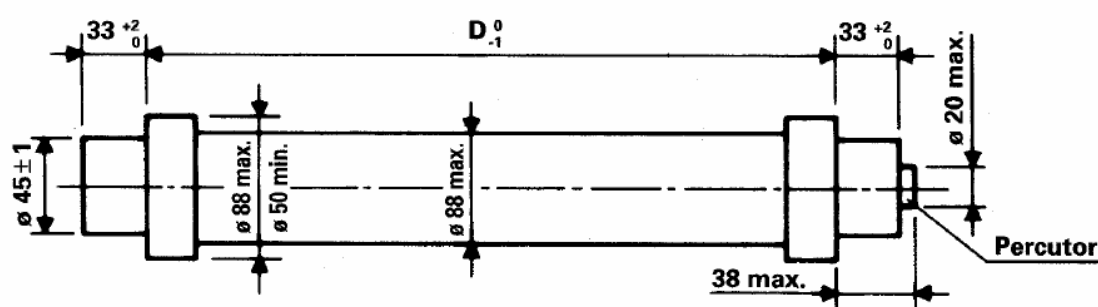


Figura 22: Dimensiones de los fusibles limitadores de media tensión ¹

Los fusibles elegidos tendrán una tensión asignada de 24 kV, ya que la tensión de red es de 15 kV, mientras que para los transformadores de 400 kVA se elegirá una corriente nominal de 40 A y para el transformador de 630 kVA se elegirá una corriente nominal de 63 A.

9.8. Puesta a tierra

9.8.1. Tierra de protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolvente metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de transformadores.

¹ Todas las medidas tienen unidades de milímetros

La configuración elegida es 70-35/8/42 que estará constituida por 4 picas en anillo rectangular unidas por un conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m y se enterrarán verticalmente a una profundidad de 80 cm.

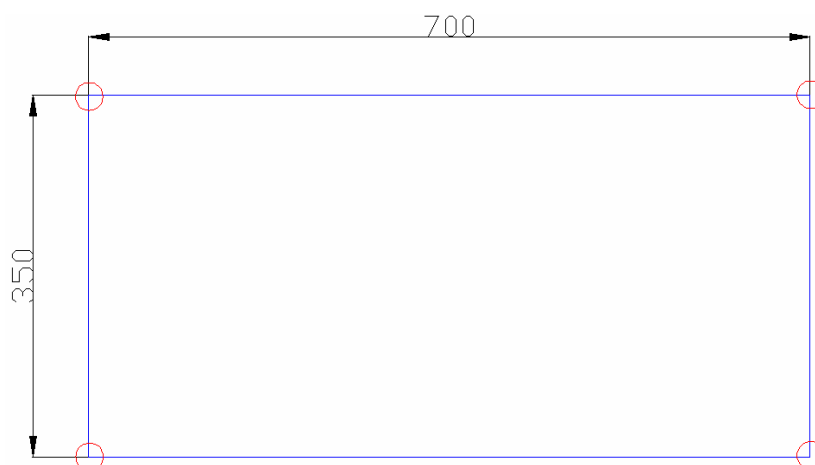


Figura 23: Esquema del electrodo de puesta a tierra de los centros de transformación

La conexión desde los centros hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

9.8.2. Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

La configuración elegida es 8/22 que estará constituida por 2 picas alineadas unidas por un conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 3 m y se enterrarán verticalmente a una profundidad de 80 cm.

9.9. Protección contra incendios

De acuerdo con la MIE-RAT 14, los sistemas empleados para la protección contra incendios son:

9.9.1. Sistema pasivo

Consistente en:

- Cuba de recogida de aceite, cubierta por una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta, a su vez, por grava.
- Elementos estructurales y delimitadores con resistencia al fuego RF-180, y empleo de materiales pertenecientes a la clase M0, según norma UNE 23727, en suelos, paredes y techos.

9.9.2. Sistema activo

Consistente en un sistema fijo de detección y extinción automático con CO₂. Sus componentes son:

- **Detectores de humos:** en presencia de humo envían una señal eléctrica a la central de detección.
- **Central de detección:** realiza el disparo de la instalación. Dispondrá de un pulsador de paro y un pulsador de disparo manuales. El sistema se alimentará de una fuente auxiliar que estará conectada a la red de 230 V para su recarga.
- **Batería de CO₂.**

9.10. Alumbrado interior

9.10.1. Alumbrado de servicio

Para el alumbrado de servicio de los centros de transformación, se instalarán dos luminarias, tipo “Pentura” y gama TMS122 de la marca Philips, y con tubos fluorescentes TL5, con una potencia de 28 W, cuyas características se especifican en el Anexo de las Hojas de Características. La altura de montaje de las mismas será de 3 m respecto al suelo. Los interruptores de alumbrado se situarán en las proximidades de las puertas de acceso.

La posición de los centros de las luminarias, las isolíneas en el plano de trabajo, las iluminancias sobre cada superficie del centro de transformación y demás resultados luminotécnicos se especifican en la Memoria de Cálculos.



Figura 24: Luminaria empleada para la iluminación de los centros de transformación

9.10.2. Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia tendrá una autonomía mínima de 2 horas, con una iluminancia no inferior a 5 lx. Dicho alumbrado entrará en funcionamiento automáticamente en caso de fallo de suministro eléctrico.

El mismo consta de aparatos autónomos de alumbrado de emergencia y señalización DIALUX modelo Nova-F-OS, provistos de equipo fluorescente de lámpara de 6 W y señalización permanente, incluso rótulo normalizado de "SALIDA", conexiones, fijaciones y sujeciones completas y correctamente montados sobre las puertas del centro de transformación.



Figura 25: Luminaria de alumbrado de emergencia de los centros de transformación

CAPÍTULO 10.- RED DE BAJA Tensión

10.1. Características de la red

Las redes proyectadas serán subterráneas en instalación entubada, con tubos de polietileno de 160 mm de diámetro, de color rojo, flexibles, dispuestos, según el plano **Detalles de zanjas de electrificación** y anchura de zanja variable según el número de tubos.

Se tendrá una nueva Red Subterránea de Baja Tensión con un cable tipo RV 0,6/1 kV de sección $3 \times (1 \times 150) + 1 \times 95 \text{ mm}^2$ o $3 \times (1 \times 240) + 1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al (según el circuito) que partirá de cada uno de los centros de transformación y que dará suministro a las diferentes parcelas.

10.2. Arquitectura de red

La estructura de red subterránea es típica de zonas urbanas. Estas redes serán radiales, de sección uniforme, pudiendo tener derivaciones también de sección uniforme. Con el fin de minimizar los tiempos de reposición del servicio en caso de fallo, las redes de baja tensión subterráneas serán accesibles tanto en las cajas de acometida como en las derivaciones en T de la red. Así mismo se dispondrán puntos de acceso a la red que permitan la sustitución de la línea o la conexión de fuentes de energía entre dos puntos de acceso consecutivos, sin necesidad de abrir calas.

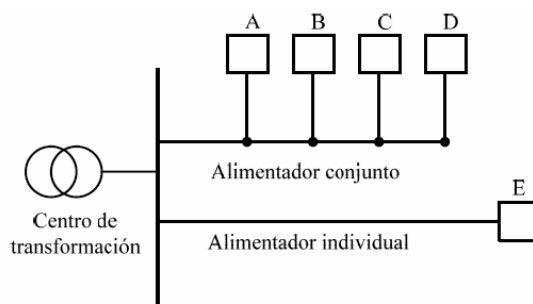


Figura 26: Esquema de la arquitectura de distribución radial

Cuando una salida de baja tensión subterránea alimente más de una acometida, será seccionable, de forma que el tramo entre dos puntos de seccionamiento sea inferior a 100 m y el número de acometidas en "T" en el mismo sea menor que 3. A estos efectos las cajas generales de protección de entrada y salida se consideran puntos de seccionamiento.



Figura 27: Derivación en T

10.3. Trazado

La red irá en todo su recorrido bajo aceras exceptuándose los necesarios cruces de calzadas, ateniéndose a la normativa dada al efecto para estos casos del Excmo. Ayuntamiento o a las Normas Iberdrola en todo lo relativo a profundidades, cruces de calzadas, paralelismos y cruzamientos con otros servicios, etc... que se indicaron en los apartados 8.3, 8.4 y 8.5.

El trazado de la red queda suficientemente claro en los planos **Red de Baja Tensión y Circuitos de Baja Tensión**.

10.4. Conductores

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro. Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo

métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Los cables elegidos son del tipo normalizado por Iberdrola y cuyas características son las siguientes:

Parámetro	Valor
Secciones	240 mm ² - 150 mm ² - - 95 mm ² - 50 mm ²
Conductor	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado
Tipo	RV
Tensión	0,6/1 kV
Tensión de servicio	380/220 V

Tabla 21: Características principales del cable de baja tensión elegido

Las líneas con sección 150 mm² de fase, serán las utilizadas habitualmente. Las de 240 mm² en suministros puntuales o en zonas de muy alta densidad de carga, la sección de 95 mm² se utilizará sólo en zonas de bajas densidad de carga, y uniforme, y la de 50 mm² como línea de derivación de la red general y acometidas.

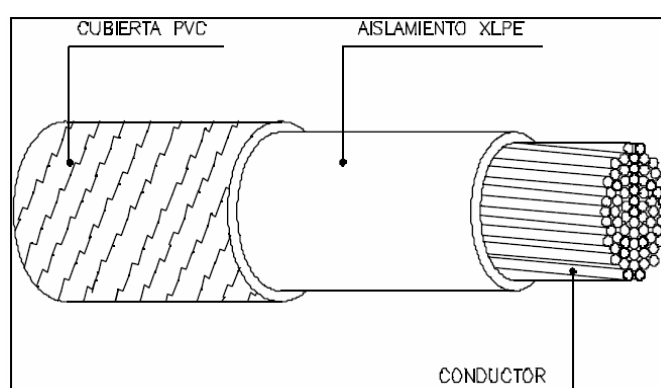


Figura 28: Constitución del cable de baja tensión a utilizar

La principal diferencia entre los conductores usados en redes de baja tensión reside en el material (aluminio o cobre) y en el aislamiento (XLPE o EPR). El aislamiento fue tratado en el capítulo de media tensión por lo que no se repetirá aquí,

siendo el criterio el mismo que se determinó en dicho apartado. Elegir un material u otro supone que cambien todos los cálculos de los conductores ya que sus características eléctricas son totalmente diferentes.

Al igual que en la media tensión, se recomienda la utilización de cables unipolares a la hora de ejecutar la instalación de baja tensión ya que son más manejables y más prácticos a la hora de realizar empalmes y conexiones.

A continuación se indican de forma breve las características técnicas del aluminio y el cobre como materiales conductores.

Parámetro	Aluminio	Cobre
Resistividad	0,03 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	0,018 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
Densidad	2,7 kg/dm^3	8,8 kg/dm^3
Carga de rotura	15 kg/mm^2	25 kg/mm^2
Calor específico	0,21	0,09

Tabla 22: Comparación de parámetros entre aluminio y cobre

Con estas características de los materiales se puede demostrar que para una línea de igual longitud y potencia demandada:

- La sección del conductor de aluminio será 1,6 veces mayor que la del conductor de cobre.
- El peso del conductor de aluminio será la mitad que el de uno de cobre.
- La resistencia mecánica a la tracción es similar en ambos conductores.
- El coste del conductor de aluminio es del orden de 4 veces menor al de un conductor de cobre.
- La evacuación de calor es del orden a un 13 % mayor en un conductor de cobre que en un conductor de aluminio.

Se puede ver que los conductores de cobre tienen muchas mejores propiedades eléctricas que los conductores de aluminio, siendo preferible usarlos según criterios técnicos, pero en contra tienen un coste muy superior.

Actualmente en funcionamiento hay líneas de ambas clases, aunque el criterio generalizado en todas las compañías es utilizar conductores de aluminio en instalaciones nuevas. Por tanto, por lo establecido por la compañía suministradora se utilizarán conductores de aluminio.

10.5. Sistemas de protección contra sobreintensidades

Las líneas subterráneas de baja tensión estarán protegidas contra sobrecargas y cortocircuitos por los fusibles instalados en los cuadros de baja tensión de los centros de transformación. Los calibres de estos fusibles son:

- Para las líneas $3 \times 150 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2$: 200 A.
- Para las líneas $3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$: 315 A.



Figura 29: Fusibles a utilizar para la red de baja tensión

10.6. Sistemas de protección ante contactos directos

Para la protección de contactos directos se toman las siguientes medidas según el REBT.

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado en tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito por parte de las personas que habitualmente circulen por el acerado.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos

aislantes, los cuales necesiten de útiles especiales para proceder a su apertura.

10.7. Sistemas de protección ante contactos indirectos

La red de distribución se dispondrá en baja tensión con esquema TT, es decir, el neutro de baja tensión, puesto directamente a tierra y masas de la instalación receptora conectadas a una tierra separada de la anterior, así como empleo en dicha instalación de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local y características del terreno.

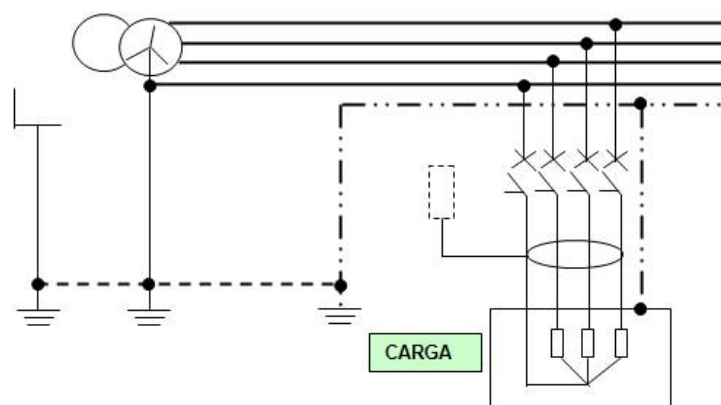


Figura 30: Sistema de puesta a tierra TT

10.8. Puesta a tierra del neutro

El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución pública se conectará a tierra en los centros de transformación. Fuera del centro de transformación es recomendable su puesta a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red por lo menos cada 200 m, preferentemente en los puntos de derivación.

La continuidad del conductor neutro quedará asegurada en todo momento siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación.

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los siguientes dispositivos.

- Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar o simultáneo) o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que solo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo en este caso ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

10.9. Cajas generales de protección

A pie de parcela se colocará una arqueta con los cables en punta, para que posteriormente, en el Proyecto de Edificación, se pueda definir la ubicación final de las cajas generales de protección.

Las cajas generales de protección y su instalación, cumplirán con la normativa NI 76.50.01. El material de la envolvente será aislante, como mínimo, de la Clase A, según UNE 21-305.

Se instalarán cajas generales de protección, localizadas en los lugares que se muestran en los planos adjuntos, para la instalación de los contadores de energía, así como para el seccionamiento y protección de la red.

Los armarios se emplazarán en el límite de la propiedad, y tendrán acceso directo y permanente desde la vía pública. El montaje se realizará de forma que la parte interior de la caja general de protección quede a una altura de 50 cm sobre el nivel del pavimento terminado.

En todos los casos se procurará que la situación elegida esté lo más próxima posible a la red de distribución y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente de otras instalaciones, tales como agua, gas, teléfono, etc.

Para la entrada de las acometidas subterráneas a cada caja general de protección se instalarán dos conductores de plástico, con un diámetro de 160 mm cada uno de ellos, colocados de forma inclinada hacia la vía pública.

10.10. Terminales

El conexionado de los cables a las cajas generales de protección y a los cuadros de baja tensión de los centros de transformación se efectuará por compresión tipo punzonado profundo, mediante la colocación en los extremos de los conductores de terminales bimetalicos con pala de cobre electrolítico y manguito de aluminio.

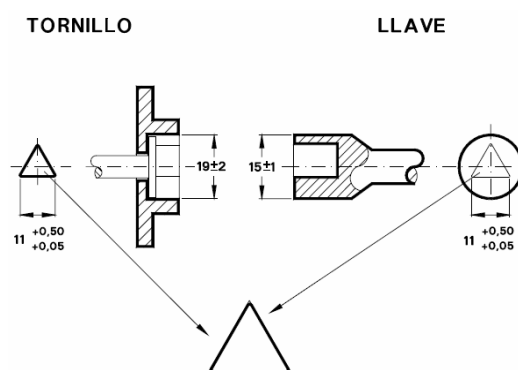


Figura 31: Sistemas de fijación de cajas generales de protección

Las piezas de conexión llevarán grabadas o en relieve sobre la superficie exterior, de forma que sean visibles, después de instalarse, las marcas siguientes:

- Marcado CE
- Nombre o marca del fabricante
- Referencia del catálogo del fabricante
- Sección de los conductores
- Año y lote de fabricación

Se utilizarán cintas de PVC de 19 mm de anchura, con adhesivo sensible a la presión, para la identificación de las fases de los cables, con colores verde-amarillo, marrón y gris.

CAPÍTULO 11.- ALUMBRADO PÚBLICO

El diseño del alumbrado de los viales incluidos en el proyecto ha tomado como base las recomendaciones del planeamiento general de la zona, conjugado con la normativa aplicable del Ayuntamiento de Madrid y la homologación de materiales para este tipo de instalación.

El sistema de alumbrado se ha proyectado en base a los criterios establecidos en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales y la Instrucción para el Diseño de la Vía Urbana del Ayuntamiento de Madrid, en cuanto a niveles de iluminación y uniformidades, en función de la importancia de la vía, densidad de tráfico y anchura de la misma.

11.1. Disposición de los viales

La geometría de los viales estudiados, así como las aceras, jardines, aparcamientos, etc., se definen con claridad en el plano **Secciones tipo y situación de servicios** y se resumen en el siguiente cuadro:

Sección	Calzada	Aparcamiento	Acera	Jardín	Disposición
A-A'	2 x 3 m	-	2 x 2 m	2 x 2,50 m	Tresbolillo
B-B'	2 x 3 m	1 x 2,50 m	1 x 2 m 1 x 3 m	-	Unilateral
C-C'	2 x 3 m	1 x 2 m	1 x 3 m 1 x 4 m	-	Unilateral

Tabla 23: Características de los viales a iluminar

Para la Sección A-A' perteneciente al acceso a los garajes de la Urbanización se colocarán columnas de 9 m de altura a 0,5 m del borde de la calzada, mientras que en las dos secciones restantes de viales se colocarán báculos de 9 m de altura y 1,5 m de brazo a 0,8 m del borde de la calzada.



Figura 32: Sección A-A' perteneciente al acceso a los garajes

11.2. Eficiencia energética

En los alumbrados públicos con lámpara de descarga, como en este caso, puede reducirse el consumo energético en las horas de madrugada o en circunstancias de menor exigencia visual mediante la reducción del flujo luminoso.

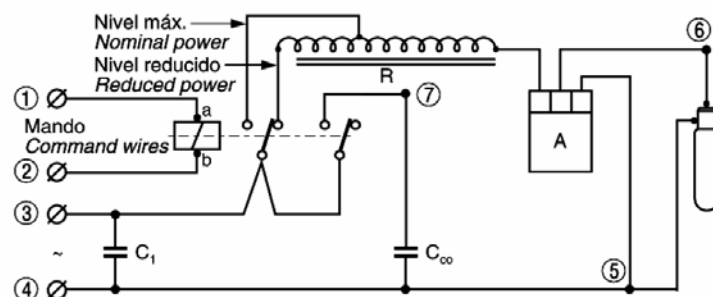


Figura 33: Esquema de equipo de iluminación de doble nivel

Actualmente se utiliza una luminaria con una sola lámpara de descarga incorporada y con equipo de doble nivel.

Este balasto, permite la reducción de la potencia consumida mediante la introducción en el circuito de la lámpara de una inductancia adicional incorporada en el mismo núcleo de hierro de la inductancia principal. Se reduce el consumo de la lámpara al actuar el relé, conectada con una línea de mando existente en la instalación. También se puede disponer de un temporizador en el equipo de cada luminaria, que programado según se precisa haga el paso del nivel normal al reducido.

11.3. Instalación

La red de distribución y alimentación de las luminarias queda claramente reflejada en los planos **Implantación del alumbrado** y **Circuitos de alumbrado** y se realizará con conductores unipolares de XLPE 0,6/1 kV con cable de protección de PVC 750 V amarillo verde de 16 mm² de sección, conectada a la borna de tierra, a la que se conecta la puesta a tierra mediante pica en arqueta para báculo. Dicha red se realizará mediante canalización subterránea, con las correspondientes arquetas, para facilitar el tendido y acometida de los cables.

11.4. Luminarias y lámparas

Para el alumbrado de los viarios, es decir, secciones B-B' y C-C' se ha previsto la luminaria Philips de la familia TrafficVision modelo SGS306 OM PE P5X de robusta construcción y diseño moderno. Esta luminaria es el resultado de una larga investigación que ha servido para desarrollar una luminaria con características adecuadas para ser integrada en cualquier entorno urbano.

Para el alumbrado del acceso a los garajes se ha previsto la luminaria Philips de la familia Urbana modelo GPS302 PCO-D500 HSH, que aporta robustez y una mayor decoración que las anteriores ya que es una zona más residencial y menos transitada por vehículos.

Las lámparas a utilizar por estas luminarias son del tipo de vapor de sodio de alta presión de 150 W.

Tanto las características de los báculos, las columnas, las luminarias y las lámparas, como los restantes elementos para utilizar en el alumbrado de los viales figuran en el Anexo de Hojas de Características del presente Proyecto.

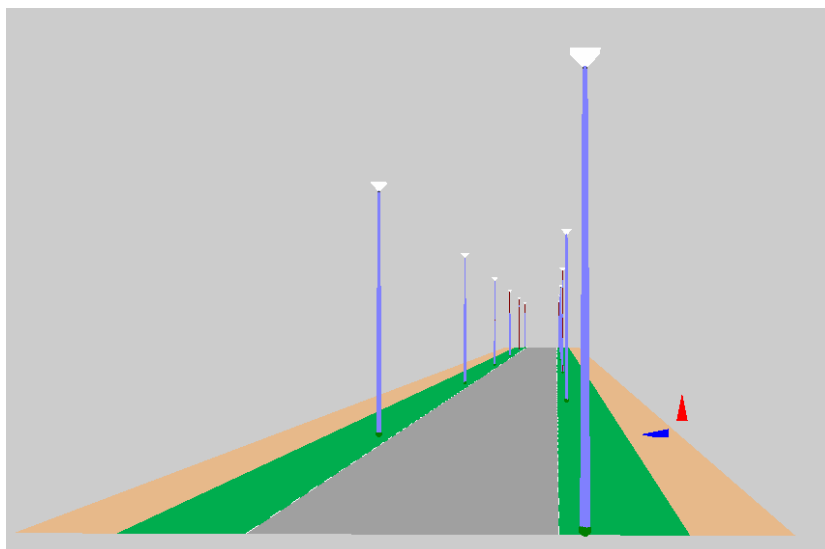


Figura 34: Sección A-A' iluminada tridimensional

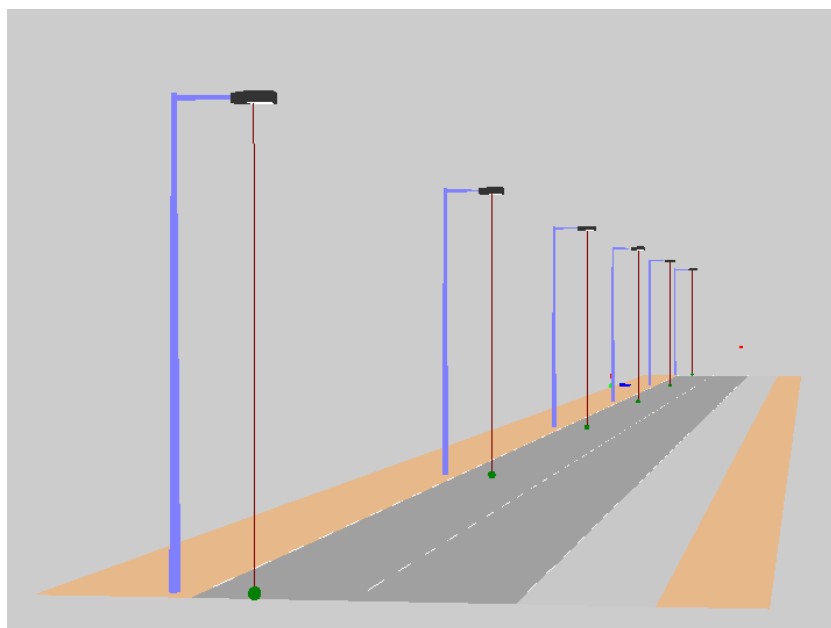


Figura 35: Sección B-B' iluminada tridimensional

11.5. Centro de mando

La instalación proyectada se inicia en el centro de mando previsto, ubicado en el lugar marcado en el plano **Implantación del alumbrado**, con su correspondiente acometida eléctrica, dotado de la aparamenta necesaria para la protección general y parcial de cada circuito, tanto diferencial como magnetotérmica, así como el accionamiento automático a través de contactores con las bobinas controladas por medio de célula fotoeléctrica, con la posibilidad de accionamiento manual con la actuación de los correspondientes interruptores. Incorporarán espacio para los equipos de medida y para los circuitos necesarios para la regulación nocturna de la reducción del consumo.



Figura 36: Armario del centro de mando de alumbrado

CAPÍTULO 12.- REAJUSTES CON RELACIÓN AL PLANEAMIENTO ANTECEDENTE

No hay ningún reajuste significativo con relación al planeamiento antecedente, con la excepción de los puntos de conexión de la Red de Media Tensión a las líneas eléctricas existentes y que han sido fijados por la Compañía Eléctrica de acuerdo con sus posibilidades de mejor suministro a la urbanización.

La red proyectada no se ha modificado sustancialmente en relación con la red prevista en el Plan Parcial ya que mantiene el mismo número de centros de transformación evaluándose las dotaciones de suministro con los valores de la norma, aumentando la potencia de los transformadores y aplicando los mismos requerimientos técnicos y de explotación de la Compañía Suministradora.

CAPÍTULO 13.- PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

El presente Proyecto Específico forma parte del Proyecto de Urbanización de toda la Unidad de Ejecución, por lo tanto como plazo de ejecución de las obras debe considerarse el del conjunto de las mismas, ya que las obras se contratan en su totalidad. El plazo se recoge en esta memoria siendo, en este caso 18 meses.

El plazo de garantía se establece con carácter preceptivo en dos años contados a partir de la fecha de la recepción de las obras por parte del Ayuntamiento de Madrid.

CAPÍTULO 14.- COORDINACIÓN CON LAS RESTANTES OBRAS

La parte de construcción como excavación, arquetas, tuberías se efectuará simultáneamente y en coordinación con las restantes obras de los diferentes servicios y en una primera etapa.

Al final de la construcción de las canalizaciones de los restantes servicios y antes de proceder a las obras de señalizaciones de viario, etc., se procederá al tendido de cables.

Las obras correspondientes a la Electrificación, como al Alumbrado Público se coordinarán con el resto de las obras que componen el Proyecto de Urbanización. Se propone que estas obras se realicen con posterioridad al movimiento de tierras a las obras de Saneamiento y a la ejecución de las sub-bases del viario, guardando las distancias establecidas con el resto de los servicios.

CAPÍTULO 15.- CONFORMIDAD PREVIA DE OTROS ORGANISMOS

Este Proyecto precisa conformidad de la Compañía Suministradora de energía eléctrica Iberdrola S.A. y del Ayuntamiento de Madrid.

Una vez finalizadas las instalaciones correspondientes y antes de su puesta en servicio, será necesario obtener el preceptivo Dictamen de la Delegación de Industria y Energía de la Comunidad de Madrid.

CAPÍTULO 16.- CONCLUSIÓN

El Ingeniero Técnico autor del Proyecto considera que en el mismo se definen perfectamente las obras que se proyectan, a efectos de su revisión por los Organismos competentes y por la Dirección Facultativa, de realizarse por otros técnicos, por lo que se une al Proyecto General para su tramitación conjunta.

Leganés, Junio de 2010

EL AUTOR DEL PROYECTO



Fdo. Alejandro García Galiano

Ingeniero Técnico Industrial en la especialidad de Electricidad

MEMORIA DE CÁLCULOS

*En esta memoria se justifican todos los datos y cálculos que se ofrecieron
en la memoria descriptiva*

CAPÍTULO 1.- DETERMINACIÓN DE POTENCIAS POR PARCELAS

1.1. Parcelas dedicadas a viviendas

El consumo de las parcelas destinadas a viviendas se realiza teniendo en cuenta la instrucción ITC-BT-10 por la que se establecen dos grados de electrificación. Dichos grados son función de la superficie de la vivienda y de la previsión de cargas en ella, como calefacción eléctrica y aire acondicionado.

En este caso se ha decidido asignar un grado de electrificación "elevado" con una previsión de 9.200 W por vivienda debido al uso generalizado de aire acondicionado y no saber el tipo de calefacción al que optarán los propietarios de las viviendas.

Al no considerar tarifa valle, se aplicará un coeficiente de simultaneidad determinado según el apartado 3.1 de la ITC-BT-10.

Nº de viviendas (n)	Coeficiente de simultaneidad
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	$15,3 + (n - 21) \cdot 0,5$

Tabla 24: Coeficiente de simultaneidad según el número de viviendas

La potencia equivalente según el RBT se hallará con la siguiente expresión que tiene en cuenta la potencia de las viviendas, pero también la potencia comercial cuyo coeficiente es de 100 W/m^2 y las potencias comunes de cada parcela.

$$P = (\text{coef. simul tan edad} \cdot 9200) + (\text{Sup. comercial} \cdot 100) + P_{\text{comunes}}$$

Ecuación 1: Potencia equivalente de las parcelas residenciales

Las potencias correspondientes a la parcela residencial R-1 son:

Zona	Nº viviendas ²	Coeficiente de simultaneidad	Superficie comercial ³	Potencias comunes	Potencia equivalente	Centro
Portal 1	24	16,8	220 m ²	10 kW	186,56 kW	CT-1
Portal 2	24	16,8	220 m ²	10 kW	186,56 kW	CT-1
Portal 3	24	16,8	220 m ²	10 kW	186,56 kW	CT-1
Garaje				30 kW	30 kW	CT-1
TOTAL	72		660 m²	60 kW	589,68 kW	

Tabla 25: Potencias equivalentes de la parcela residencial R-1

Las potencias correspondientes a la parcela residencial R-2 son:

Zona	Nº viviendas	Coeficiente de simultaneidad	Superficie comercial	Potencias comunes	Potencia equivalente	Centro
Portal 1	24	16,8	220 m ²	10 kW	186,56 kW	CT-1
Portal 2	24	16,8	220 m ²	10 kW	186,56 kW	CT-1
Portal 3	24	16,8	220 m ²	10 kW	186,56 kW	CT-1
Garaje				30 kW	30 kW	CT-1
TOTAL	72		660 m²	60 kW	589,68 kW	

Tabla 26: Potencias equivalentes de la parcela residencial R-2

² Todas la viviendas proyectadas se consideran con una superficie de 90 m²

³ Se supondrá que la superficie comercial es un 10 % de la superficie residencial

Las potencias correspondientes a la parcela residencial R-3 son:

Zona	Nº viviendas	Coefficiente de simultaneidad	Superficie comercial	Potencias comunes	Potencia equivalente	Centro
Portal 1	21	15,3	190 m ²	15 kW	174,76 kW	CT-2
Portal 2	21	15,3	190 m ²	15 kW	174,76 kW	CT-2
Garaje				30 kW	30 kW	CT-2
TOTAL	42		376 m²	60 kW	379,52 kW	

Tabla 27: Potencias equivalentes de la parcela residencial R-3

Las potencias correspondientes a la parcela residencial R-4 son:

Zona	Nº viviendas	Coefficiente de simultaneidad	Superficie comercial	Potencias comunes	Potencia equivalente	Centro
Portal 1	21	13,1	190 m ²	15 kW	150,72 kW	CT-2
Portal 2	21	13,1	190 m ²	15 kW	150,72 kW	CT-2
Garaje				30 kW	30 kW	CT-2
TOTAL	42		376 m²	60 kW	379,52 kW	

Tabla 28: Potencias equivalentes de la parcela residencial R-4

Las potencias correspondientes a la parcela residencial R-5 son:

Zona	Nº viviendas	Coefficiente de simultaneidad	Superficie comercial	Potencias comunes	Potencia equivalente	Centro
Portal 1	19	14,3	170 m ²	12 kW	160,56 kW	CT-3
Portal 2	19	14,3	170 m ²	12 kW	160,56 kW	CT-3
Portal 3	19	14,3	170 m ²	12 kW	160,56 kW	CT-3
Garaje				30 kW	30 kW	CT-3
TOTAL	58		520 m²	66 kW	511,68 kW	

Tabla 29: Potencias equivalentes de la parcela residencial R-5

Las potencias correspondientes a la parcela residencial R-6 son:

Zona	Nº viviendas	Coefficiente de simultaneidad	Superficie comercial	Potencias comunes	Potencia equivalente	Centro
Portal 1	19	14,3	170 m ²	12 kW	160,56 kW	CT-3
Portal 2	19	14,3	170 m ²	12 kW	160,56 kW	CT-3
Portal 3	19	14,3	170 m ²	12 kW	160,56 kW	CT-2
Garaje				30 kW	30 kW	CT-2
TOTAL	58		520 m²	66 kW	511,68 kW	

Tabla 30: Potencias equivalentes de la parcela residencial R-6

1.2. Parcelas dotacionales y de equipamiento público

El consumo de las parcelas dedicadas a un uso dotacional y de equipamiento público se calcula teniendo en cuenta la instrucción ITC-BT-10 en la que se establece que el grado de electrificación en edificios destinados a usos públicos u oficinas deberá ser de 100 W/m² y planta con un mínimo de 3.450 W. Por tanto estas potencias son:

Parcela	Superficie	Potencia	Centro
E-1	1.211 m ²	121,10 kW	CT-2
E-2	1.989 m ²	198,90 kW	CT-3
TOTAL	3.200 m²	320 kW	

Tabla 31: Potencias equivalentes de las parcelas dotacionales y de equipamiento público

1.3. Parcelas destinadas a zonas verdes

El consumo de este tipo de parcelas dedicadas a zonas verdes consiste principalmente en alumbrado público, y dicho alumbrado se calcula según el número de luminarias a utilizar multiplicando el número de luminarias por su potencia.

Como en este caso no se diseña el alumbrado de ninguna de las zonas verdes, se estima que la potencia de cada parcela será de 10 W/m^2 . Por tanto estas potencias son:

Parcela	Superficie	Potencia	Centro
ZV-1	1.504,43 m ²	15,04 kW	CT-3
ZV-2	1.747,28 m ²	17,47 kW	CT-2
ZV-3	349,14 m ²	3,49 kW	CT-2
TOTAL	3.600,85 m²	36 kW	

Tabla 32: Potencias equivalentes de las parcelas destinadas a zonas verdes

1.4. Simultaneidades

De acuerdo con los Reglamentos anteriormente citados, las simultaneidades que se aplican son las siguientes:

- **Abonados en baja tensión respecto a centros de transformación:** 0,4
- **Centros de transformación respecto a circuito de media tensión:** 0,85
- **Circuitos de media tensión respecto a subestación:** 0,95

1.5. Potencias de los centros de transformación

Por las características del tipo de centro que se instalará, las cuales se especifican en el "Capítulo 10" de la Memoria Descriptiva, el número de máquinas por centro es dos transformadores. Para un suministro de estas características lo más apropiado es tener transformadores de 400 kVA o transformadores de 630 kVA. Por exigencias de la compañía para la zona donde nos encontramos se opta por elegir transformadores de 400 kVA para los centros de transformación 2 y 3 y un transformador de 400 kVA y otro de 630 kVA para el centro de transformación 1, ya que así se puede disponer de una potencia de distribución mayor para posibles ampliaciones del consumo al igual que se tiene la posibilidad de aumentar la potencia de los transformadores.

Para suministros de estas características en los que no hay industrias con maquinaria y motores grandes que puedan afectar a los consumos de potencia reactiva, las compañías suministradoras suelen recomendar la aplicación de un factor de potencia de 0,9 con lo que la potencia activa disponible en cada centro de transformación es:

$$P = S \cdot 0,9$$

Ecuación 2: Potencia activa disponible en centros de transformación

Por otro lado también se aplicará un coeficiente de simultaneidad de acuerdo con el reglamento de acometidas y cuyo valor como se ha visto anteriormente es 0,4. Por tanto la potencia activa total será:

$$P_{TOTAL} = \frac{P}{0,4}$$

Ecuación 3: Potencia activa total en centros de transformación

La potencia sobrante se calcula como la diferencia entre esta potencia total y la consumida por los circuitos que abastece ese centro de transformación. Estas potencias se han visto en los apartados anteriores.

$$P_{SOBRANTE} = P_{TOTAL} - P_{CIRCUITOS}$$

Ecuación 4: Potencia activa sobrante en centros de transformación

Las potencias en los centros de transformación se resumen en el siguiente cuadro:

Centro	Potencia	Potencia total	Potencia circuitos	Potencia sobrante
CT-1	1 x 630 kVA 1 x 400 kVA	2.317,50 kW	1.149,36 kW	1.168,14 kW
CT-2	2 x 400 kVA	1.800 kW	1.043,58 kW	756,42 kW
CT-3	2 x 400 kVA	1.800 kW	1.046,74 kW	753,26 kW
TOTAL	2.630 kVA	5.917,50 kW	3.239,68 kW	2.677,82 kW

Tabla 33: Potencias de los centros de transformación

CAPÍTULO 2.- RED DE MEDIA TENSIÓN

2.1. Canalizaciones

El diámetro del tubo corrugado se seleccionará según los siguientes criterios:

- Se calcula el área que ocupará la alimentación mediante la fórmula:

$$S_T = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot N$$

Ecuación 5: Área total de alimentación en media tensión

donde el significado de cada variable es:

- S_t = Área total del alimentador en mm^2 .
- D = Diámetro exterior nominal de cada cable, que en este caso es de $30,1 \text{ mm}^2$.
- N = Número de cables que forman la alimentación

- Se calcula el área del tubo a partir de la siguiente expresión:

$$S_{TUB} = \frac{S_T \cdot 100}{x}$$

Ecuación 6: Área del tubo de media tensión

donde el significado de cada variable es:

- S_{TUB} = Sección interior útil del tubo en mm^2 .
- x = Porcentaje de llenado del tubo en función del número de conductores.

En general, se tomará un porcentaje de llenado del 50 % quedando por lo tanto una reserva de otro 50 %.

- Y por último se calcula el diámetro del tubo corrugado:

$$d_{TUB} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{TUB}}{\pi}}$$

Ecuación 7: Diámetro del tubo corrugado de media tensión

Sustituyendo en las formulas anteriores obtenemos los siguientes resultados:

$$S_T = 2.134,73 \text{ mm}^2$$

$$S_{TUB} = 4.269,47 \text{ mm}^2$$

$$d_{TUB} = 73,79 \text{ mm}$$

Hay que indicar que la compañía suministradora Iberdrola establece en sus normas particulares que los tubos deberán ser tubos corrugados de polietileno rojo de 160 mm de diámetro, y solo en instalaciones concretas según sea el caso se permitirá el uso de tubos de mayor diámetro. Por todo ello se usarán tubos de 160 mm de diámetro de polietileno corrugado doble capa y color rojo.

Las dimensiones de las canalizaciones en sí, se ven condicionadas con las indicaciones que aparecen más detalladamente en el plano **Detalles de zanjas electrificación**.

2.2. Potencia aparente a distribuir

La sección de los conductores en redes de media tensión se determina en primer lugar en función de la potencia aparente total a distribuir, que se determina mediante la expresión:

$$S = S_1 \cdot K_1 \cdot K_2$$

Ecuación 8: Potencia total aparente a distribuir en media tensión

donde el significado de cada variable es:

- S = Potencia total aparente a distribuir en kVA.
- S_1 = Potencia total aparente de los centros de transformación en media tensión en kVA.
- K_1 = Coeficiente de simultaneidad correspondiente al número de centros de transformación señalados en la Tabla 34.
- K_2 = Coeficiente de simultaneidad correspondiente a la disposición de los conductores señalados en la Tabla 35.

Para calcular la potencia total aparente de los centros de transformación al nivel de media tensión hay que tener en cuenta las potencias vistas en los apartados anteriores y simultaneidades del apartado 1.4:

➤ **Potencia total al nivel de baja tensión:**

$$3.239,68 \text{ kW}$$

➤ **Potencia total al nivel del centro de transformación en baja tensión:**

$$3.239,68 \cdot 0,4 = 1.295,87 \text{ kW}$$

➤ **Potencia total al nivel de media tensión:**

$$1.295,87 \cdot 0,85 = 1.101,49 \text{ kW}$$

➤ **Potencia total al nivel de media tensión en subestación:**

$$1.295,87 \cdot 0,95 = 1.046,41 \text{ kW}$$

➤ **Potencia aparente total de los centros de transformación en media tensión:**

$$\frac{1.046,41}{0,9} = 1.162,68 \text{ kVA}$$

El coeficiente de simultaneidad K_1 se obtendrá de la siguiente tabla:

Número de centros de transformación	Coeficiente K_1
1	1,0
2	0,9
3 o más	0,8

Tabla 34: Coeficiente de simultaneidad K_1 en función del número de centros de transformación

El coeficiente de simultaneidad K_2 se obtendrá de la siguiente tabla:

Disposición de conductores	Nº de ternas de unipolares en la misma zanja	Coeficiente K_2
En el interior de tubos	/	1,250
Directamente enterrados	1	1,000
	2	1,176
	3	1,333
	4	1,538
	5	1,666

Tabla 35: Coeficiente de simultaneidad K_2 en función de la disposición de conductores

Por tanto la potencia aparente total aparente a distribuir en este caso es:

$$S = 1.162,68 \cdot 0,8 \cdot 1,250 = 1.162,68 \text{ kVA}$$

Hay que comprobar si este valor es aceptable según la normativa que se resume en el siguiente cuadro:

Tensión nominal	Cable unipolar (kVA)					Cable tripolar (kVA)				
13,2 kV	3.650	5.840	6.850	9.130	11.760	3.420	5.130	6.500	8.330	10.840
15 kV	4.152	6.220	7.780	10.380	13.360	3.890	5.830	7.390	9.470	12.320
20 kV	5.536	8.300	10.380	13.840	17.810	5.190	7.780	9.860	12.620	16.430
30 kV	8.304	12.450	15.570	20.760	26.720	7.780	11.760	14.790	18.940	24.650
Sección (mm ²)	50	95	150	240	400	50	95	150	240	400

Tabla 36: Potencia total a distribuir para cables con aislamiento de etileno-propileno

Como se puede observar la sección que nos impone el circuito de la compañía suministradora de 150 mm², soporta ampliamente la potencia demandada por los centros de transformación.

2.3. Potencia de cortocircuito

La potencia de cortocircuito se determina en función del grado de seguridad adoptado por la compañía suministradora en la zona. En este caso se fija una potencia de cortocircuito de 350 MVA para un tiempo de 0,5 segundos. Obtenida la potencia de cortocircuito, la sección se obtiene a partir de la siguiente tabla:

Tiempo	Tensión nominal (kV)	Potencia de cortocircuito (MVA)				
		250	350	500	750	1.000
0,5 s	13,2	95 ⁴	150	240	400	400
	15	95	150	240	240	400
	20	95	95	150	240	240
	30	50	95	95	150	240
0,6 s	13,2	95	150	150	400	400
	15	95	150	150	400	400
	20	95	95	150	240	400
	30	50	95	95	150	240
0,7 s	13,2	150	150	240	400	— ⁵
	15	95	150	240	400	400
	20	95	95	150	240	400
	30	50	95	95	150	240
1,0 s	13,2	150	240	400	400	—
	15	150	150	240	400	—
	20	95	150	240	400	400
	30	95	95	150	240	240

Tabla 37: Secciones a emplear en función de la potencia de cortocircuito y del tiempo de actuación

Por tanto queda demostrado que el cable escogido para la red de media tensión es 3 x (1x150) mm² Al HEPRZ1 12/20 kV.

⁴ Todas las secciones mencionadas tienen unidades de mm²

⁵ Valores fuera de rango

2.4. Cálculos eléctricos

Se tendrán dos circuitos de media tensión subterráneos, ya que la compañía distribuidora tiene dos líneas de reparto en media tensión, cuyo trazado es cercano a la posición de los centros de transformación. No obstante todos los cálculos se harán para un circuito con la longitud (885 m) de toda la línea nueva a instalar, como si se tratase de un solo circuito, ya que así se sobredimensionan las instalaciones para una mayor seguridad en el suministro y también no se repiten los cálculos pertenecientes a este capítulo para otro circuito de menores exigencias técnicas.

Para comprobar si la sección de los conductores es la correcta, se precisa realizar varios cálculos en base a tres criterios:

- Intensidad máxima admisible en servicio permanente.
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.
- Caída de tensión.

En primer lugar, antes de los cálculos de estos criterios, se especificarán las características eléctricas de los cables que se van a utilizar y que están homologados por Iberdrola, ya que se debe seguir sus recomendaciones.

2.4.1. Resistencia del conductor

La resistencia del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Adoptando el valor máximo, correspondiente a la máxima temperatura admisible por el conductor en régimen permanente, que en el caso del HEPRZ1 es de 105 °C, la resistencia máxima se calculará según la expresión:

$$R_{105} = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (105 - 20)]$$

Ecuación 9: Resistencia máxima del conductor de media tensión en régimen permanente

siendo:

- $\alpha = 0,00403$ para el aluminio
- R_{20} = La resistencia del conductor a 20 °C, proporcionada por el fabricante y cuyo valor es 0,206 Ω/km para un sección de 150 mm².

Por tanto esta resistencia máxima de régimen permanente es **0,277 Ω/km** .

2.4.2. Reactancia del conductor

La reactancia kilométrica de la línea se calcula según la expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \xi$$

Ecuación 10: Reactancia kilométrica de una línea

donde el coeficiente de inducción mutua tiene un valor de:

$$\xi = \left[K + 4,605 \cdot \log \frac{2 \cdot D_m}{d} \right] \cdot 10^{-4}$$

Ecuación 11: Coeficiente de inducción mutua

Por tanto, se calcula la reactancia del conductor con la siguiente expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left[K + 4,605 \cdot \log \frac{2 \cdot D_m}{d} \right] \cdot 10^{-4}$$

Ecuación 12: Cálculo de la reactancia del conductor de media tensión

donde el significado de cada variable es:

- X = Reactancia del conductor en Ω/km .
- f = Frecuencia de la red en Hz.
- D_m = Separación media geométrica entre conductores en mm.
- d = Diámetro del conductor en mm.

- **K** = Coeficiente de simultaneidad que para conductores masivos toma un valor de 0,5 y para conductores cableados toma los siguientes valores:

Nº de alambres	3	7	19	37	61 o más
K	0,78	0,64	0,55	0,53	0,51

Tabla 38: Coeficiente K para reactancia del conductor de media tensión en función del número de hilos

Sustituyendo en la Ecuación 12 tenemos una reactancia por fase de **0,112 Ω /km.**

2.4.3. Capacidad del conductor

La capacidad para cables con un solo conductor depende de:

- Las dimensiones del mismo, incluyendo las eventuales capas semiconductoras debajo de la pantalla.
- La permitividad o constante de aislamiento.

Para el cálculo de los cables de campo radial, la capacidad viene dada por la expresión:

$$C = \frac{0,024 \cdot \varepsilon}{\log \frac{D}{d}}$$

Ecuación 13: Capacidad de cables de media tensión

donde el significado de cada variable es:

- **C** = Capacidad del conductor en $\mu\text{F}/\text{km}$.
- **D** = Diámetro del aislante en mm.
- **d** = Diámetro del conductor incluyendo la capa semiconductor en mm.
- **ε** = Constante dieléctrica del aislamiento, que en el caso del EPR es 3.

Sustituyendo en la anterior ecuación, para una sección de 150 mm^2 tenemos una capacidad de **0,368 $\mu\text{F}/\text{km}$.**

Otro parámetro importante es la intensidad de carga, que es la corriente capacitiva que circula debido a la capacidad entre el conductor y la pantalla, y que viene dada por la siguiente expresión:

$$I_c = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot \frac{U_m}{\sqrt{3}} \cdot 10^{-3}$$

Ecuación 14: Intensidad de carga en conductor de media tensión

donde:

- U_m = Tensión más elevada de la red.

Para el conductor homologado por la compañía distribuidora se obtiene una corriente de carga de **1,602 A/km**.

2.4.4. Intensidad máxima admisible

La intensidad a transportar por el circuito de media tensión vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Ecuación 15: Cálculo de la intensidad que circula por el circuito de media tensión

donde el significado de cada variable es:

- **P** = Potencia a transportar a nivel de media tensión en kW.
- **U** = Tensión de la red en kV.
- **cos φ** = Factor de potencia, que en este caso se considerará como 0,9.

Por tanto, sustituyendo en la fórmula tenemos una intensidad de **47,11 A**. Esta corriente hay que compararla con la intensidad máxima que puede soportar el cable, que

es 330 A, antes de las respectivas correcciones, que corresponden a cables enterrados en una zanja en el interior de tubos o similares.

Siempre que la longitud de la instalación tubular no exceda de 15 m, no será necesario aplicar un coeficiente corrector de intensidad. Además en este caso si el tubo se rellena con aglomerados especiales, no será necesario aplicar ningún coeficiente corrector.

Cuando la longitud del tubo supere los 15 m, se recomienda aplicar un coeficiente corrector de 0,8 cuando la terna de cables unipolares se instale en el interior de un mismo tubo. Por tanto la intensidad máxima admisible será:

$$I_{adm} = 330 \cdot 0,8 = 264 \text{ A}$$

Ecuación 16: Intensidad máxima admisible en el cable de media tensión

Por tanto, se demuestra que la sección de 150 mm² cumple con el requisito de la intensidad máxima admisible.

2.4.5. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

Esta intensidad es aquella que no provoca ninguna disminución de las características del aislamiento de los conductores, incluso después de un número elevado de cortocircuitos. Se calcula admitiendo que el calentamiento de los conductores se realiza en un sistema adiabático y para una temperatura máxima admitida por el aislamiento de 250 °C. Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la potencia de cortocircuito existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito que será igual a:

$$I_{cc_{max}} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Ecuación 17: Intensidad máxima de cortocircuito en cable de media tensión

donde el significado de cada variable es:

- I_{cc} = Corriente máxima de cortocircuito en kA.
- S_{cc} = Potencia de cortocircuito en el punto de conexión en MVA.
- U = Tensión de la red en kV.

Partiendo de que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA la intensidad de cortocircuito es igual a **13,47 kA**.

En la siguiente tabla se indica las intensidades de cortocircuito admisibles en los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Sección (mm ²)	Duración del cortocircuito (s)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
95	27,9 ⁶	19,3	16,2	12,5	8,8	7,2	6,3	5,6	5,1
150	44,1	30,5	25,5	19,8	14,0	11,4	9,9	8,9	8,1
240	70,6	48,7	40,8	31,7	22,3	18,2	15,8	14,2	13,0

Tabla 39: Corrientes de cortocircuito admisibles en conductores de media tensión

Por tanto vemos que la sección de 150 mm² cumple la condición de la intensidad de cortocircuito admisible en los conductores.

2.4.6. Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas

Las intensidades admisibles, según la norma UEFE 1.3.13.01 en las pantallas de cobre de los conductores seleccionados, en función del tiempo de duración del cortocircuito es la indicada en la siguiente tabla:

Sección de pantalla	Duración del cortocircuito (s)							
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0
16 mm ²	6,4 ⁶	5,8	5,1	4,2	3,5	2,9	2,5	2,2

Tabla 40: Intensidades de cortocircuito admisibles en pantallas de cobre

⁶ Todos los valores de corriente tienen unidades de kA

Estas intensidades se han tomado para una temperatura máxima en la pantalla de 160 °C, según norma UNE 20435.

2.4.7. Caída de tensión

La máxima caída de tensión permitida por la compañía en sus redes de distribución es del 5 % de la tensión nominal de la red.

La determinación de la sección en función de la caída de tensión viene dada por la expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Ecuación 18: Caída de tensión en la línea de media tensión

donde el significado de cada variable es:

- ΔU = Caída de tensión en V.
- I = Intensidad que circula por la línea en A.
- L = Longitud del circuito, en este caso 885 m.
- R = Resistencia del conductor calculada en el Apartado 2.4.1.
- X = Reactancia del conductor calculada en el Apartado 2.4.2.
- $\cos \varphi$ = Factor de potencia, que en este caso será 0,9.

Sustituyendo, se obtiene una caída de tensión de **21,53 V**, lo que representa una caída de tensión porcentual del **0,14 %**, por tanto la sección de 150 mm² también cumple el requisito de caída de tensión.

2.4.8. Potencia a transportar

La potencia que puede transportar la línea nos viene limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente, por tanto, esa potencia será:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos \varphi$$

Ecuación 19: Potencia máxima a transportar por el cable de media tensión

donde el significado de cada variable es:

- P_{\max} = Potencia máxima que puede transportar el cable en kW.
- U = Tensión de la red en kV.
- I_{\max} = Intensidad máxima que puede circular por el cable en A.
- $\cos \varphi$ = Factor de potencia, que en este caso será 0,9.

Tras la operación pertinente se obtiene una potencia máxima de **6.173,03 kW**, que es un valor bastante superior a la potencia en nivel de baja tensión que es de 3.239,68 kW y que la potencia en el nivel de media tensión que es de 1.101,49 kW.

2.4.9. Pérdidas de potencia

Para el cálculo de la pérdida de potencia se recurrirá a la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot I^2$$

Ecuación 20: Pérdida de potencia en la red de media tensión

donde el significado de cada variable es:

- ΔP = Pérdida de potencia en la red en W.
- R = Resistencia del conductor en Ω/km .
- I = Intensidad que circula por el circuito en A.

Por otra parte la pérdida de potencia porcentual se puede hallar, mediante la definición de la corriente en un sistema trifásico, con la siguiente expresión:

$$\Delta P\% = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$

Ecuación 21: Pérdida de potencia porcentual en la red de media tensión

donde:

- $\Delta P \%$ = Pérdida de potencia porcentual.
- U = Tensión de la red en kV.
- L = Longitud del circuito en km.
- $\cos \varphi$ = Factor de potencia, que en este caso será 0,9.

Sustituyendo todos los valores conocidos obtenemos una pérdida de potencia de **1,63219 kW**, lo que supone un **0,15 %** sobre la potencia a nivel de media tensión.

2.5. Puesta a tierra

La línea de tierra se calculará en función de la corriente de defecto y la duración del mismo. Las secciones mínimas del conductor a emplear por la línea de tierra, a efectos de no alcanzar su temperatura máxima, se deducirá según la expresión siguiente:

$$S \geq \frac{I_d}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

Ecuación 22: Sección de la línea de tierra de la red de media tensión

donde el significado de cada variable es:

- S = Sección del cable en mm^2 .
- I_d = Corriente de defecto en A.
- t = Tiempo de duración de la falta en s.
- α = Coeficiente que para $t \leq 5$ segundos sera:
 - **Conductor de cobre:** 13.
 - **Conductor de acero:** 4,5.
- $\Delta\theta$ = Temperatura máxima que puede ser:
 - **Conductor aislado:** 160 °C.
 - **Conductor desnudo:** 180 °C.

Para este caso en concreto, sustituyendo en la fórmula los valores de intensidad de defecto y tiempo de despeje, tenemos una sección de 44,96 mm², por tanto una sección normalizada de **50 mm²**.

CAPÍTULO 3.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

3.1. Intensidad de media tensión

La intensidad primaria de un transformador trifásico viene dada por la siguiente expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Ecuación 23: Intensidad primaria de un transformador trifásico

donde el significado de cada variable es:

- I_p = Corriente del primario del transformador en A.
- S = Potencia aparente del transformador en MVA.
- U_p = Tensión del primario del transformador en kV.

Por tanto las corrientes primarias en el centro de transformación CT-1 son:

Transformador	Potencia (kVA)	Corriente primaria (A)
CT-1-1	630	24,248
CT-1-2	400	15,396
TOTAL	1.030	39,644

Tabla 41: Corrientes primarias de los transformadores del CT-1

A su vez, las corrientes primarias en los centros de transformación CT-2 y CT-3 son iguales ya que tienen dos transformadores de idénticas potencias, por tanto sus valores se pueden resumir en una sola tabla.

Estas corrientes en ambos centros de transformación son:

Transformador	Potencia (kVA)	Corriente primaria (A)
CT-2-1	400	15,396
CT-2-2	400	15,396
TOTAL	800	30,792

Tabla 42: Corrientes primarias de los transformadores de los CT-2 y CT-3

3.2. Intensidad de baja tensión

La tensión secundaria de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Ecuación 24: Intensidad secundaria de un transformador trifásico

donde el significado de cada variable es:

- I_s = Corriente del secundario del transformador en A.
- S = Potencia aparente del transformador en MVA.
- U_s = Tensión de vacío del secundario del transformador en kV.

En todos los transformadores utilizados, la tensión de vacío del secundario es de 420 V, es decir 0,42 kV, por tanto las corrientes secundarias del CT-1 son:

Transformador	Potencia (kVA)	Corriente secundaria (A)
CT-1-1	630	866,020
CT-1-2	400	549,857
TOTAL	1.030	1.415,612

Tabla 43: Corrientes secundarias de los transformadores del CT-1

A su vez, las corrientes primarias en los centros de transformación CT-2 y CT-3 son iguales ya que tienen dos transformadores de idénticas potencias, por tanto sus valores se pueden resumir en una sola tabla:

Transformador	Potencia (kVA)	Corriente secundaria (A)
CT-2-1	400	549,857
CT-2-2	400	549,857
TOTAL	800	1.099,71

Tabla 44: Corrientes secundarias de los transformadores de los CT-2 y CT-3

3.3. Corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito se estima una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Ecuación 25: Corriente de cortocircuito de los centros de transformación

donde el significado de cada variable es:

- I_{ccp} = Corriente de cortocircuito de la instalación en kA.
- S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red de distribución en MVA.
- U_p = Tensión de la red de media tensión en kV.

Utilizando la expresión, anteriormente expuesta, con una tensión de red igual a 15 kV la corriente de cortocircuito tendrá un valor de **13,5 kA**.

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores siendo por ello más conservador que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito en el secundario de un transformador trifásico viene determinada por la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

Ecuación 26: Corriente de cortocircuito en el secundario de un transformador

donde el significado de cada variable es:

- I_{ccs} = Corriente de cortocircuito del secundario del transformador en kA.
- S = Potencia aparente del transformador en kVA.
- U_s = Tensión de vacío del secundario del transformador en V.
- E_{cc} = Tensión de cortocircuito porcentual del transformador, que tanto para el caso de los transformadores de 400 kVA como para el transformador de 630 kVA es del 4 %.

El valor de esta corriente para el transformador de 630 kVA es de **21,65 kA** y para los transformadores de 400 kVA es de **13,746 kA**.

3.4. Dimensionamiento del embarrado

Las celdas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis sobre el comportamiento de las celdas.

3.4.1. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objetivo verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor.

Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A. El embarrado de nuestras celdas es cilíndrico de tubo de cobre macizo de 16 mm de diámetro, lo que equivale a una sección de 201 mm². Por tanto la densidad de corriente será:

$$d = \frac{400}{201} = 1,99 \text{ A/mm}^2$$

Ecuación 27: Densidad de corriente en el embarrado de media tensión

Según la normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35 °C y del embarrado de 65 °C, la intensidad máxima admisible en régimen permanente para un diámetro de 16 mm es de 464 A, lo que corresponde a una densidad máxima de 2,31 A/mm² que es superior a la calculada.

3.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el Apartado 3.3.

$$I_{cc}(din) = 2,5 \cdot 13,5 = 33,75 \text{ kA}$$

Ecuación 28: Corriente dinámica de cortocircuito

3.4.3. Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por efecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede hacer mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es **13,5 kA**.

3.5. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

3.5.1. Transformadores

La protección en media tensión de los transformadores se realiza utilizando celdas de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Para seleccionar los fusibles se debe tener en cuenta las diferentes corrientes que pueden aparecer en los transformadores. Para ello se utilizan las curvas características tiempo-intensidad de los fusibles:

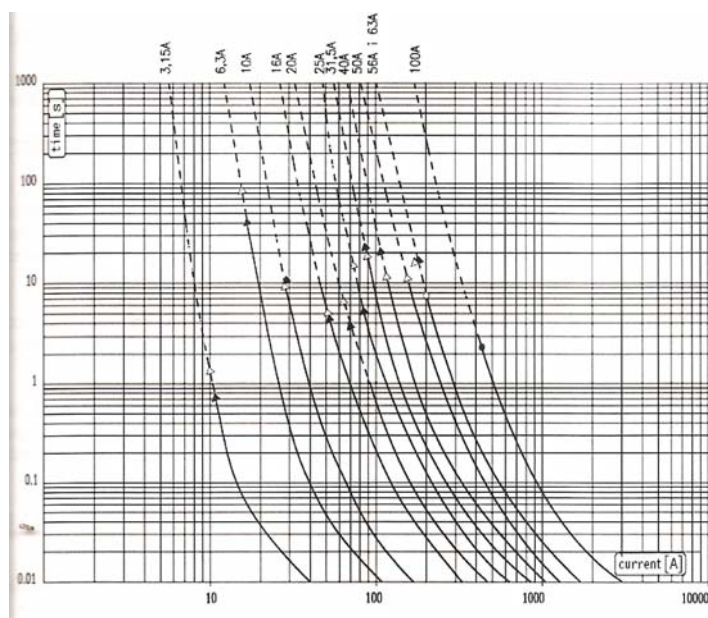


Figura 37: Curvas características tiempo-intensidad de los fusibles para transformadores

Además la compañía suministradora establece sus criterios que están basados en lo siguiente:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal requerida para la aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la

nominal y de una duración intermedia. Esta corriente suele considerarse como 12 veces la corriente nominal durante 0,1 segundos.

- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Estos criterios, a la hora de los cálculos se traducen en las siguientes expresiones:

$$I_{inrush} = 12 \cdot I_p$$

Ecuación 29: Criterio de corriente de arranque para fusibles de media tensión

$$I_{10} = 10 \cdot I_p$$

Ecuación 30: Criterio de corriente igual a 10 veces la nominal para fusibles de media tensión

$$I_{20} = 20 \cdot I_p$$

Ecuación 31: Criterio de corriente igual a 20 veces la nominal para fusibles de media tensión

donde:

- I_p = Corriente en el primario del transformador en kA.

Los resultados de los cálculos para los distintos transformadores se resumen en el siguiente cuadro:

Potencia (kVA)	I_{inrush} (kA)	I_{10} (kA)	I_{20} (kA)
630	290,976	242,48	484,96
400	184,752	153,96	307,92

Tabla 45: Corrientes de los criterios para fusibles de media tensión de transformadores

Una primera aproximación, para la elección de la intensidad nominal de los fusibles es llevar las corrientes calculadas anteriormente a las curvas características.

Pero para confirmar esta suposición hay que escoger las intensidades nominales en función de la potencia del transformador a proteger con la tabla que se expone en la normativa DIN:

Tensión (kV)	Potencia del transformador (kVA)													
	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
3	20	31,5	40	50	63	80	80	100	100	125	125	160	200	250
5	10	20	31,5	40	40	50	63	80	80	100	100	125	125	160
6	10	20	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100	100	125	125
6,6	10	20	25	61,5	31,5	40	50	63	63	80	100	100	125	125
10	6,3	10	16	20	25	31,5	40	40	50	63	80	80	80	100
11	6,3	10	16	20	25	31,5	31,5	40	50	63	63	80	80	100
13,2	4	10	16	20	20	25	31,5	31,5	40	50	63	63	80	80
13,8	4	10	16	16	20	25	31,5	31,5	40	50	63	63	80	80
15	4	6,3	10	16	20	20	25	31,5	40	50	50	63	80	80
20	-	6,3	10	10	16	20	20	25	31,5	40	40	50	63	63
22	-	6,3	6,3	10	16	16	20	25	31,5	31,5	40	50	63	63
25	-	4	6,3	10	10	16	20	20	25	31,5	40	50	50	63
30	-	4	6,3	6,3	10	10	16	20	20	25	31,5	40	50	50

Tabla 46: Normativa DIN de fusibles para la protección de transformadores

Por tanto, los fusibles elegidos para los transformadores de 400 kVA tendrán una corriente nominal de 50 A y para el transformador de 630 kVA de 63 A.

3.5.2. Termómetros

Los termómetros verifican que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles. No se calcula ya que la compañía Ormazabal ha realizado los ensayos pertinentes según normativa.

3.5.3. Protecciones de baja tensión

Las salidas de baja tensión cuentan con fusibles en todas ellas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente.

Como se demuestra en el Capítulo 4 la corriente nominal del conductor de sección 150 mm² es 264 A, por tanto a esas salidas se les aplicará un fusible de intensidad nominal de 315 A, mientras que el conductor de sección 240 mm² tiene una corriente nominal de 344 A, lo que le corresponde un fusible de 400 A.

3.6. Ventilación

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

Ecuación 32: Superficie de la reja de ventilación de los centros de transformación

donde el significado de cada variable es:

- S_r = Superficie mínima de la reja de entrada de aire en m².
- W_{Cu} = Pérdidas en cortocircuito del transformador en kW.
- W_{Fe} = Pérdidas en vacío del transformador en kW.
- K = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada, que en este caso será 0,4.
- h = Distancia vertical entre los centros de las rejillas, que en este caso será 1,50 m
- ΔT = Diferencia de temperaturas entre el aire de salida y de entrada, que según recomendación de UNESA será de 15 °C.

Por tanto, sustituyendo en esta fórmula tenemos los siguientes resultados para los transformadores a utilizar:

Potencia del transformador (kVA)	W_{Cu} (kW)	W_{Fe} (kW)	S_r (m ²)
630	6,5	1,3	1,14
400	4,6	0,93	0,81

Tabla 47: Superficies mínimas de rejillas de ventilación de los transformadores

Las ventilaciones de los centros de transformación prefabricados ya vienen homologadas según laboratorios establecidos. Esta homologación es válida en el caso de centros de maniobra exterior de hasta 630 kVA y de centros prefabricados hasta 1.000 kVA.

3.7. Puesta a tierra

3.7.1. Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Los terrenos tienen diferente resistividad eléctrica según su naturaleza y contenido de humedad. Esta resistividad varía entre amplios márgenes y es mucho más elevada que la de los metales y el carbono.

Se supone para llevar a cabo los cálculos de este Proyecto, que según la investigación previa del terreno donde se instalarán los centros de transformación se determina una resistividad media superficial de **150 Ω m**.

3.7.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de media tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

- **Tipo de neutro:** El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de las líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- **Tipo de protecciones:** Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa en tiempo fijo o según una curva de tiempo inverso. Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que solo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

En el caso de la compañía suministradora Iberdrola el neutro de la red de media tensión está conectado rígidamente a tierra, por tanto, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro, así como de las características de la red de media tensión.

Según datos de la compañía suministradora para un valor de resistencia de puesta a tierra de $11,4 \Omega$, la intensidad máxima de defecto a tierra es 515 A y el tiempo de eliminación del defecto es inferior a 0,5 segundos.

3.7.3. Procedimiento de cálculo y configuración elegida

El diseño de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del Método de Cálculo de Instalaciones de Puesta a Tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones de los centros de transformación.

En primer lugar se seleccionará un electrodo tipo de los que aparecen en el documento UNESA.

Para cada una de estas configuraciones tipo, se indican unos factores llamados "valores unitarios", que en base a ellos, a la resistividad del terreno y la corriente de defecto a tierra, se calcularán la resistencia del electrodo de puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto.

En este procedimiento UNESA las configuraciones consideradas son:

- Cuadrados y rectángulos de cable enterrado horizontalmente, sin picas.
- Cuadrados y rectángulos de cable enterrado horizontalmente con 4 u 8 picas verticales.
- Configuraciones longitudinales, es decir, línea recta de cable enterrado horizontalmente, con 2, 3, 4, 6 u 8 picas verticales alineadas.

Para cada una de estas configuraciones, se consideran profundidades de enterramiento de 0,5 y de 0,8 m, y para las picas, longitudes de 2, 4, 6 u 8 m.

Para la tierra de los centros de transformación se optará por una configuración **70-35/8/42** cuyas características se indican a continuación:

- **Geometría del sistema:** Anillo rectangular.
- **Distancia de la red:** 7,0 x 3,5 m.
- **Profundidad del electrodo:** 0,8 m.
- **Número de picas:** 4.
- **Longitud de las picas:** 2 m.

Los parámetros característicos de este electrodo son:

- **Parámetro unitario de la resistencia** $K_r = 0,076 \Omega/(\Omega m)$
- **Parámetro unitario de la tensión de paso** $K_p = 0,0117 V/(\Omega mA)$
- **Parámetro unitario de la tensión de contacto** $K_c = 0,0265 V/(\Omega mA)$

Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros unitarios de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados.

3.7.4. Resistencia de puesta a tierra

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de baja tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 V ($37 \times 0,650$). Esta resistencia se calculará mediante la expresión:

$$R_t = K_r \cdot \rho$$

Ecuación 33: Resistencia de puesta a tierra

donde el significado de cada variable es:

- R_t = Resistencia de puesta a tierra en Ω .
- K_r = Parámetro unitario de la resistencia del electrodo en $\Omega/(\Omega m)$.
- ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

Sustituyendo, se obtiene un valor de **11,4 Ω** que cumple el requisito ya que es menor que 37Ω .

3.7.5. Intensidad de defecto a tierra

La intensidad de defecto de la instalación vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{V_{bt}}{\sqrt{3} \cdot R_t}$$

Ecuación 34: Intensidad de defecto a tierra

donde:

- V_{bt} = Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión, que según normativa son 10.000 V.
- R_t = Resistencia de puesta a tierra en Ω .

Sustituyendo en la anterior ecuación se obtiene una intensidad de defecto a tierra de **506,44 A**.

3.7.6. Tensión de defecto

La tensión de defecto tiene que ser menor que el nivel de aislamiento de la instalación en baja tensión. Esta tensión de defecto vendrá dada por la expresión:

$$V_d = R_t \cdot I_d$$

Ecuación 35: Tensión de defecto a tierra

donde el significado de cada variable es:

- V_d = Tensión de defecto en V.
- I_d = Intensidad de defecto a tierra en A.
- R_t = Resistencia de puesta a tierra en Ω .

La tensión calculada es de **5.773,42 V**, lo que hace cumplir con el requisito ya que es menor que 10.000 V.

3.7.7. Tensión de paso máxima

La tensión de paso máxima que se puede producir en el exterior vendrá dada por la expresión:

$$V_{p(max)} = K_p \cdot \rho \cdot I_d$$

Ecuación 36: Tensión de paso máxima en centros de transformación

donde:

- K_p = Parámetro unitario de paso del electrodo en V/(Ω mA).
- I_d = Intensidad de defecto a tierra en A.
- ρ = Resistividad del terreno en Ω m.

Para este caso la tensión de paso máxima para cada centro de transformación es de **67,55 V**. Este valor habrá que comprobarlo mediante el cálculo de la tensión de paso admisible y la tensión de paso admisible en el acceso a los centros de transformación.

3.7.8. Tensión de paso admisible

Según el MIE-RAT-13 la tensión de paso admisible se define como:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1.000} \right)$$

Ecuación 37: Tensión de paso admisible

donde el significado de cada variable es:

- V_p = Tensión de paso admisible en V.
- ρ = Resistividad del terreno en Ωm .
- t = Tiempo de duración del efecto, que en este caso es 0,5 s.
- K y n = Coeficientes que dependen del tiempo de duración de la falta:
 - Para $t \leq 0,9$ s: $K = 72$ y $n = 1$
 - Para $0,9 < t \leq 3$ s: $K = 78,5$ y $n = 0,18$

Tras operar en la ecuación se ve que el electrodo sigue cumpliendo requisitos ya que la tensión de paso admisible es de **2.736 V**.

3.7.9. Tensión de paso admisible en el acceso al centro de transformación

Según el MIE-RAT-13 la tensión de paso admisible en el acceso al centro de transformación se define como:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{(3 \cdot \rho) + (3 \cdot \rho_h)}{1.000} \right)$$

Ecuación 38: Tensión de paso admisible en el acceso al centro de transformación

donde:

- $V_{p(acc)}$ = Tensión de paso admisible en el acceso al centro de transformación en V.
- ρ = Resistividad del terreno en Ωm .
- ρ_h = Resistividad del hormigón, que es 3.000 Ωm .
- t = Tiempo de duración del efecto, que en este caso es 0,5 s.
- K y n = Coeficientes que dependen del tiempo de duración de la falta:
 - Para $t \leq 0,9$ s: $K = 72$ y $n = 1$
 - Para $0,9 < t \leq 3$ s: $K = 78,5$ y $n = 0,18$

Al sustituir en la expresión, se puede apreciar que el electrodo también cumple este requisito, ya que la tensión de paso admisible al centro de transformación es de **15.048 V**.

3.7.10. Tensión de contacto máxima

La tensión de contacto máxima que se puede producir vendrá dada por la expresión:

$$V_{c(max)} = K_c \cdot \rho \cdot I_d$$

Ecuación 39: Tensión de contacto máxima en centros de transformación

donde el significado de cada variable es:

- K_c = Parámetro unitario de contacto del electrodo en $V/(\Omega mA)$.
- I_d = Intensidad de defecto a tierra en A.
- ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

Para este caso la tensión de contacto máxima para cada centro de transformación es de **153 V**. Este valor habrá que comprobarlo mediante el cálculo de la tensión de contacto admisible.

3.7.11. Tensión de contacto admisible

Según el MIE-RAT-13 la tensión de contacto admisible se define como:

$$V_c = \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho}{1.000} \right)$$

Ecuación 40: Tensión de contacto admisible

donde el significado de cada variable es:

- V_c = Tensión de contacto admisible en V.
- ρ = Resistividad del terreno en Ωm .
- t = Tiempo de duración del efecto, que en este caso es 0,5 s.
- **K y n** = Coeficientes que dependen del tiempo de duración de la falta:
 - **Para $t \leq 0,9$ s:** $K = 72$ y $n = 1$
 - **Para $0,9 < t \leq 3$ s:** $K = 78,5$ y $n = 0,18$

Tras operar en la ecuación se corrobora que el electrodo cumple todos los requisitos ya que la tensión de contacto admisible es de **176,4 V**.

3.7.12. Separación entre sistemas de tierra

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000 V, como en este caso.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierra vendrá dada por la expresión:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi}$$

Ecuación 41: Distancia mínima entre los sistemas de tierra

donde:

- **D** = Distancia mínima entre sistemas de tierra en m.
- **I_d** = Intensidad de defecto en A.
- **ρ** = Resistividad del terreno en Ωm.

Esta distancia mínima en este caso será de **12,09 m**.

3.7.13. Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adoptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior de los edificios no tendrán contacto eléctrico con masas conductores susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

3.7.14. Tierra de servicio

Para la tierra de servicio de los centros de transformación se optará por una configuración **8/22** cuyas características se indican a continuación:

- **Geometría del sistema:** Picas alineadas.
- **Número de picas:** 2.
- **Longitud de las picas:** 3 m.
- **Profundidad de las picas:** 0,8 m.

Los parámetros característicos de este electrodo son:

- **Parámetro unitario de la resistencia $K_r = 0,194 \Omega/(\Omega m)$**
- **Parámetro unitario de la tensión de contacto $K_c = 0,0253 V/(\Omega mA)$**

El criterio de selección de la tierra de servicio es que la resistencia de la puesta a tierra deberá ser inferior a 37Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de baja tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 V ($37 \times 0,650$). Esta resistencia se calculará mediante la expresión:

$$R_{t(serv)} = K_r \cdot \rho$$

Ecuación 42: Resistencia de puesta a tierra de servicio

donde el significado de cada variable es:

- $R_{t(serv)}$ = Resistencia de puesta a tierra de servicio en Ω .
- K_r = Parámetro unitario de la resistencia del sistema en $\Omega/(\Omega m)$.
- ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

Sustituyendo, se obtiene un valor de **29,1 Ω** que cumple el requisito ya que es menor que 37Ω .

3.7.15. Corrección y ajuste del diseño inicial

No se considera necesaria la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirán estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del centro o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

3.8. Iluminación interior

3.8.1. Criterios generales

Para el alumbrado interior de los centros se instalarán las fuentes de luz necesarias para conseguir un nivel mínimo de iluminación de 150 lux, existiendo como mínimo un punto de luz por centro. Los focos luminosos estarán dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación.

3.8.2. Método de cálculo

Existen diversos métodos para la justificación de los cálculos luminotécnicos de una zona que se aproximan a la realidad en un 90 %. Para conseguir el 100 %, es imprescindible utilizar fotometrías adecuadas, como son las matrices de intensidades por ordenador para ser utilizadas por el programa de cálculo *Dialux 4.5*, que aplica el método de cálculo de punto por punto.

Este método permite conocer los valores de iluminancia en puntos concretos. Se considera que la iluminancia en un punto es la suma de la luz proveniente de dos fuentes, componente directa, producida por la luz que llega al plano de trabajo directamente de las luminarias, y otra indirecta o reflejada procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local. En la Figura 38 se puede ver que solo unos pocos rayos de luz serán perpendiculares al plano de trabajo, mientras que el resto serán oblicuos. Esto quiere decir que de la luz incidente sobre un punto, solo una parte servirá para iluminar el plano de trabajo y el resto iluminará el plano vertical a la dirección incidente en dicho punto.

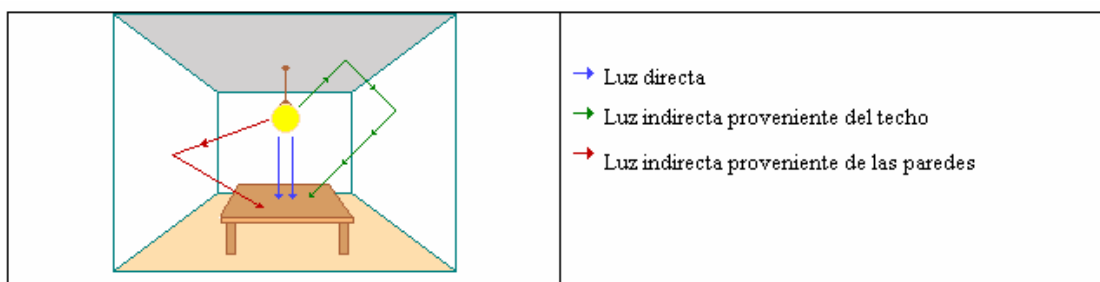


Figura 38: Método de iluminación punto por punto

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Características geométricas del local.
- Características de reflexión de las diferentes superficies.
- Obtención de los valores requeridos para el tipo de actividad a desarrollar en el local (iluminancia media de servicio, calidad, limitación del deslumbramiento), de las tablas de la C. I. E.
- Seleccionar el tipo de luminaria a instalar en función de las características del local, el cual nos definirá si la luminaria es de empotrar en falso techo, de adosar o suspender.
- Comprobar que la luminaria cumple la calidad de limitación de deslumbramiento directo.
- Como el nivel medio es el que se mantendrá en la instalación, es preciso aplicar, a los valores iniciales, unos coeficientes de depreciación.
- Cuando se realiza el cálculo de la iluminación de un local por el método del factor de utilización, es necesario conocer el rendimiento de la luminaria y el factor de utilización.
- Una vez que se tiene todos los datos, aplicamos la fórmula fundamental de la iluminación:

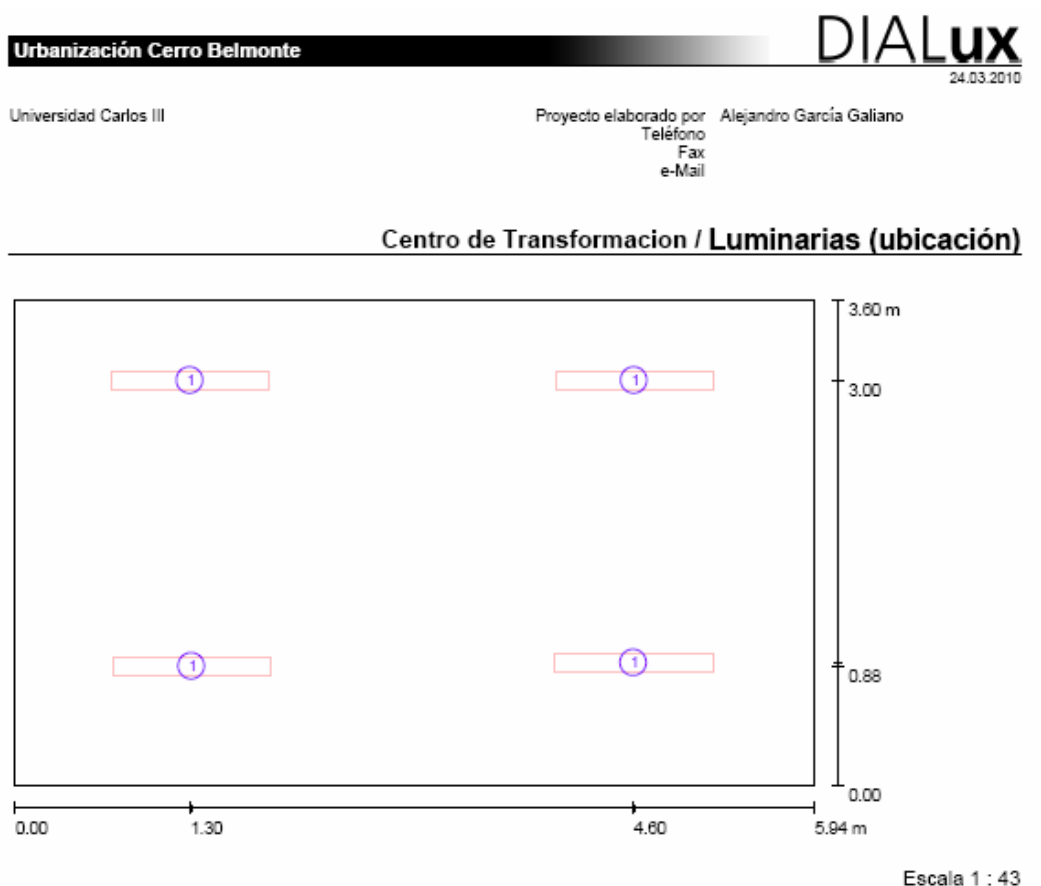
$$E_m = \frac{\Phi \cdot N \cdot \eta \cdot f_u \cdot f_m}{S}$$

Ecuación 43: Iluminación media en un local interior

donde el significado de cada variable es:

- E_m = Iluminancia media en servicio.
- Φ = Flujo luminoso unitario de la lámpara.
- N = Número de lámparas.
- η = Rendimiento de la luminaria.
- f_u = Factor de utilización.
- f_m = Factor de mantenimiento
- S = Superficie a iluminar.

3.8.3. Cálculos luminotécnicos



Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	4	Philips Pentura TMS122 +GMS122 R 1xTL5-28W/830

Centro de Transformación / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 10400 lm
Potencia total: 132.0 W
Factor mantenimiento: 0.67
Zona marginal: 0.000 m

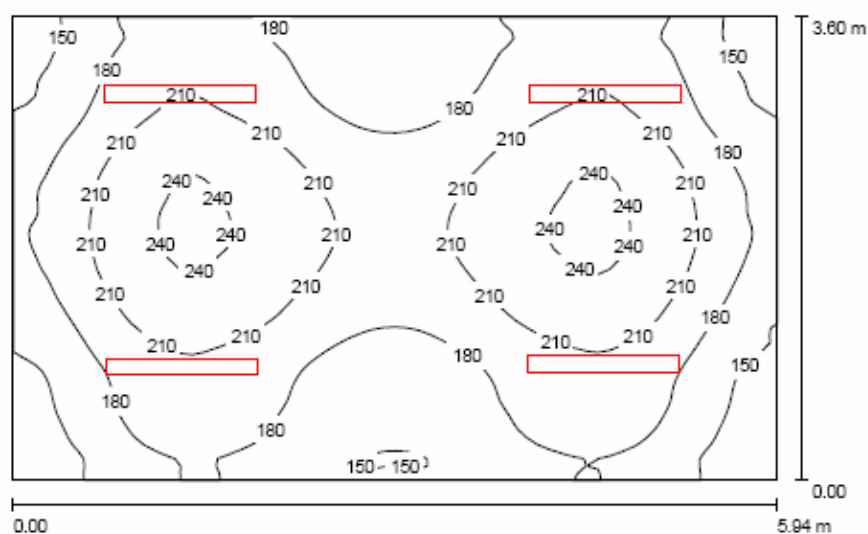
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	146	45	191	/	/
Suelo	110	45	154	20	9.83
Techo	0.02	42	42	70	9.45
Pared 1	59	41	100	50	16
Pared 2	60	41	102	50	16
Pared 3	72	41	113	50	18
Pared 4	61	42	103	50	16

Simetrías en el plano útil

$E_{min} / E_{m} : 0.65$

$E_{min} / E_{max} : 0.50$

Valor de eficiencia energética: $6.17 \text{ W/m}^2 = 3.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.38 m^2)

Centro de Transformación / Resumen

Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	191	124	247	0.65
Suelo	20	154	109	184	0.71
Techo	70	42	29	51	0.69
Paredes (4)	50	105	35	333	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	4	Philips Pentura TMS122 +GMS122 R 1xTL5-28W/830 (1.000)	2600	33.0
Total:			10400	132.0

Valor de eficiencia energética: $6.17 \text{ W/m}^2 = 3.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.38 m^2)

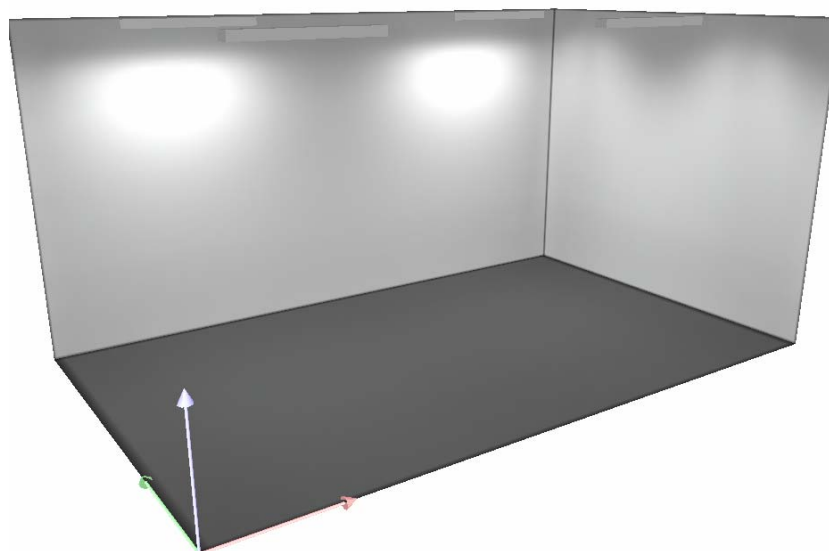
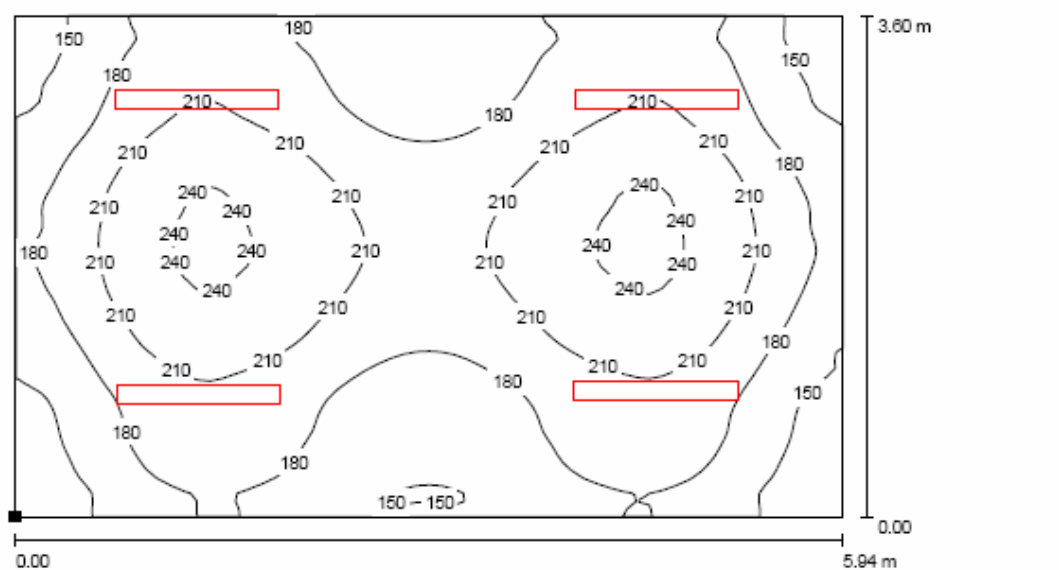


Figura 39: Simulación en 3 dimensiones de la iluminación de los centros de transformación

Centro de Transformacion / Plano útil / Isolíneas (E)

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]
191

E_{min} [lx]
124

E_{max} [lx]
247

E_{min} / E_m
0.65

E_{min} / E_{max}
0.50

CAPÍTULO 4.- RED DE BAJA TENSIÓN

La distribución se realizará en sistema trifásico de tensiones de 380 V entre fases y 220 V entre fase y neutro. Para la elección de la sección de un cable deben tenerse en cuenta, en general cuatro factores principales, cuya importancia difiere en cada caso. Dichos factores son:

- Tensión de la red y su régimen de explotación.
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de instalación.
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista.
- Intensidades y tiempos de cortocircuito del conductor.

4.1. Cálculos eléctricos

4.1.1. Resistencia del conductor

Para no reiterar de nuevo el mismo proceso de cálculo, se dirá que el cálculo de las resistencias de los conductores en baja tensión es análogo al de las resistencias de los conductores de media tensión, que se pudieron ver en el Apartado 2.4.1, con la salvedad de que en este caso, por el tipo de aislamiento la temperatura máxima es de 90 °C. Por tanto, los resultados obtenidos para los distintos conductores son:

Sección (mm ²)	Resistencia a 20 °C (Ω/km)	Resistencia a 90 °C (Ω/km)
50	0,640	0,821
95	0,320	0,410
150	0,206	0,264
240	0,125	0,160

Tabla 48: Resistencias lineales de los conductores de baja tensión

4.1.2. Reactancia del conductor

Al igual que en el caso de la resistencia, la reactancia de los conductores se calculará de la misma manera que en el caso de los conductores de media tensión, que viene reflejado en el Apartado 2.4.2. Por tanto, los resultados obtenidos para los distintos conductores son:

Sección (mm ²)	Reactancia lineal (Ω/km)
50	0,107
95	0,100
150	0,098
240	0,094

Tabla 49: Reactancias lineales de los conductores de baja tensión

4.1.3. Intensidad máxima admisible

El valor de la intensidad que puede circular en régimen permanente, sin provocar un calentamiento exagerado del conductor, depende del tipo de canalización de una serie de conductores. Como el cable va ir enterrado en tubo, al igual que en media tensión, el cálculo y las fórmulas a utilizar son análogas a las del apartado 2.4.4. Los resultados para las secciones escogidas, son los siguientes:

Sección (mm ²)	Carga máxima nominal (A)	Carga máxima entubado (A)
50	180	144
95	260	208
150	330	264
240	430	344

Tabla 50: Intensidades máximas admisibles en conductores de baja tensión

4.1.4. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

La intensidad máxima de cortocircuito para un conductor de baja tensión viene determinada por la expresión:

$$I_{cc} = 94 \cdot S \cdot \sqrt{\frac{1}{t}}$$

Ecuación 44: Corriente de cortocircuito admisible en los conductores de baja tensión

donde el significado de cada variable es:

- I_{cc} = Corriente de cortocircuito en kA.
- S = Sección del conductor en mm².
- t = Tiempo de duración de la falta en s.

A continuación se muestran las intensidades de cortocircuito admisibles en los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito:

Sección (mm ²)	Duración del cortocircuito (s)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
25	7,43 ⁷	5,25	4,29	3,32	2,35	1,91	1,66	1,48	1,35
50	14,86	10,51	8,58	6,64	4,70	3,83	3,32	2,97	2,71
95	28,24	19,96	16,30	12,62	8,93	7,29	6,31	5,64	5,15
150	44,58	31,52	25,74	19,94	14,11	11,51	9,97	8,91	8,14
240	71,35	50,44	41,18	31,75	22,56	18,42	15,95	14,26	13,02
Densidad (A/mm²)	297	210	171	132	94	76	66	59	54

Tabla 51: Corrientes de cortocircuito admisibles en distintos conductores de baja tensión

En este caso la instalación está protegida contra cortocircuitos por medio de fusibles como se explica en el Capítulo del Centro de Transformación, por lo que la fusión de dicho fusible es casi instantánea para el valor de la corriente de cortocircuito de 13,75 kA. Por tanto, tanto la sección de 150 mm² como la sección de 240 mm² serían adecuadas.

4.1.5. Caída de tensión

La sección de los conductores en las líneas subterráneas de baja tensión se determina en función de sus cualidades eléctricas. En general el cálculo se fundamentará en que la caída de tensión deberá ser inferior al 5 %.

El formulario a emplear vendrá dado por la Ecuación 19 que pertenece al Apartado 2.4.7. Los cálculos realizados serán por centros de transformación y circuitos, aunque algunos de ellos tengan bifurcaciones distintas en sus destinos.

Tanto la denominación de los circuitos como sus destinos, trazados y longitudes se pueden observar en el plano **Circuitos de Baja Tensión**.

⁷ Todos los valores tienen unidades de kA.

Los resultados para el centro de transformación CT-1 serán

Circuito	Parcela	P (kW)	I (A)	S (mm ²)	L (m)	ΔU (V)	ΔU (%)
1-1	R-1	186,56	315,32	240	46	3,74	0,98
1-2	R-1	186,56	315,32	240	15	1,22	0,32
1-3	R-1	186,56	315,32	240	63	5,12	1,35
1-4	R-2	186,56	315,32	240	109	8,87	2,33
1-5	R-2	186,56	315,32	240	159	12,93	3,40
1-6	R-2	186,56	315,32	240	161	13,1	3,45
1-7	R-1	30	50,70	150	17	0,22	0,06
	R-2	30	50,70	150	157	2,05	0,54
TOTAL		1.179,36	1.993,31		727	47,26	12,44

Tabla 52: Caída de tensión de los circuitos del centro de transformación CT-1

Las caídas de tensión propias de los circuitos del centro de transformación CT-2 serán:

Circuito	Parcela	P (kW)	I (A)	S (mm ²)	L (m)	ΔU (V)	ΔU (%)
2-1	R-4	150,72	254,74	150	52	3,42	0,90
2-2	R-4	180,72	305,45	240	54	4,26	1,12
2-3	E-1	121,10	204,68	150	76	4,01	1,06
2-4	ZV-2, 3	50,96	86,13	150	130	2,89	0,76
	R-3	30,00	50,70	150	25	0,33	0,09
2-5	R-3	174,76	295,37	240	151	11,51	3,03
2-6	R-3	174,76	295,37	240	153	11,66	3,07
2-7	R-6	160,56	271,37	150	180	12,60	3,32
2-8	R-6	30,00	50,70	150	180	2,35	0,62
TOTAL		1.043,58	1.763,82		821	53,02	13,95

Tabla 53: Caída de tensión de los circuitos del centro de transformación CT-2

Por último las caídas de tensión pertenecientes al centro de transformación CT-3 serán:

Circuito	Parcela	P (kW)	I (A)	S (mm ²)	L (m)	ΔU (V)	ΔU (%)
3-1	R-5	160,56	271,37	150	89	6,23	1,64
3-2	R-5	190,56	322,08	240	45	3,74	0,98
3-3	R-5	160,56	271,37	150	53	3,71	0,98
3-4	R-6	160,56	271,37	150	98	6,86	1,81
3-5	R-6	160,56	271,37	150	143	10,01	2,63
3-6	ZV-1	114,49	193,51	150	6	0,30	0,08
	E-2	99,45	168,09	150	38	1,65	0,43
3-7	E-2	99,45	168,09	150	87	3,77	0,99
TOTAL		1.146,19	1.937,24		559	36,27	9,54

Tabla 54: Caída de tensión de los circuitos del centro de transformación CT-3

4.1.6. Potencia a transportar

La potencia que puede transportar la línea viene limitada por la intensidad máxima que pueda soportar el cable. Se calculará de forma análoga al apartado 2.4.8. Los resultados para los cables que se utilizarán en los circuitos de baja tensión son:

Sección (mm ²)	Potencia máxima (kW)
50	112,20
95	162,11
150	205,70
240	268,10

Tabla 55: Potencias máximas a transportar por los cables de baja tensión

4.1.7. Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia asociadas a cada uno de los conductores de la red de baja tensión se calcularán de una manera análoga al Apartado 2.4.9.

Las pérdidas de potencia asociadas a los circuitos del centro de transformación CT-1 serán:

Circuito	Parcela	ΔP (kW)	ΔP (%)
1-1	R-1	2,195	3,50
1-2	R-1	0,716	1,14
1-3	R-1	3,007	4,80
1-4	R-2	5,202	8,30
1-5	R-2	7,588	12,11
1-6	R-2	7,684	12,26
1-7	R-1	0,030	0,34
	R-2	0,320	3,17
TOTAL		26,74	45,62

Tabla 56: Pérdidas de potencia de los circuitos del centro de transformación CT-1

Las pérdidas de potencia propias de los circuitos del centro de transformación CT-2 serán:

Circuito	Parcela	ΔP (kW)	ΔP (%)
2-1	R-4	2,670	5,28
2-2	R-4	2,418	3,98
2-3	E-1	2,520	6,20
2-4	ZV-2, 3	0,760	4,46
	R-3	0,050	0,51
2-5	R-3	6,321	10,77
2-6	R-3	6,407	10,91
2-7	R-6	10,500	19,46
2-8	R-6	0,370	3,64
TOTAL		32,02	65,25

Tabla 57: Pérdidas de potencia de los circuitos del centro de transformación CT-2

Por último las pérdidas de potencia pertenecientes al centro de transformación CT-3 serán:

Circuito	Parcela	ΔP (kW)	ΔP (%)
3-1	R-5	5,19	9,62
3-2	R-5	2,24	3,50
3-3	R-5	3,09	5,73
3-4	R-6	5,72	10,60
3-5	R-6	8,34	15,46
3-6	ZV-1	0,18	0,46
	E-2	0,85	2,54
3-7	E-2	1,95	5,83
TOTAL		27,55	53,74

Tabla 58: Pérdidas de potencia de los circuitos del centro de transformación CT-3

4.2. Protecciones de sobreintensidad

Con carácter general los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

La adecuada protección de los cables contra sobrecargas se hará mediante fusibles de la clase gG. En el siguiente cuadro se indican las intensidades nominales de los mismos:

Cable	Intensidad nominal (A)
RV 0,6/1 kV 4x50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3x95 + 1x50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3x150 + 1x95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al	315

Tabla 59: Intensidad nominal de los fusibles gG.

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro:

Cable	Intensidad nominal (A)					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4x50 Al	190 ⁸	155 ⁹	115	-	-	-
RV 0,6/1 kV 3x95 + 1x50 Al	255	205	155	120	-	-
RV 0,6/1 kV 3x150 + 1x95 Al	470	380	285	215	165	-
RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al	-	605	455	345	260	195

Tabla 60: Longitudes máximas de los circuitos protegidos con fusibles gG

CAPÍTULO 5.- ALUMBRADO PÚBLICO

5.1. Cálculos luminotécnicos

5.1.1. Método de cálculo

Para conseguir el 100%, es imprescindible utilizar unas fotometrías adecuadas, como son las matrices de intensidades por ordenador para ser utilizadas por el programa de cálculo *Dialux 4.5*.

Mediante este sistema de cálculo, los resultados que se obtienen son exactos, ya que permite realizar, por su rapidez, varios tanteos, hasta conseguir el más idóneo.

Este método, considerado como el más exacto, es también el más fiable de todos cuantos se utilizan en alumbrado.

Requiere el empleo de un ordenador de capacidad suficiente para el cálculo matricial necesario.

⁸ Todas las longitudes tienen unidades de metros.

⁹ Todos los cálculos se hacen con una impedancia de 90 °C del conductor de fase y neutro.

El método existe en dos variantes, según se utilice el coeficiente de utilización de las luminarias para calcular el nivel medio sobre una superficie, o el de cálculo de la iluminación en cada uno de los puntos de la cuadrícula a iluminar, más preciso y que permite obtener las uniformidades.

Una vez fijados los datos fotométricos que se desean alcanzar, juntamente con los datos del báculo y luminaria a utilizar así como los datos correspondientes a la sección tipo considerada, se calcula la separación necesaria de las luminarias.

Se trasladan a planos de situación en planta con objeto de hallar la distancia media por condiciones geométricas de situación de esquinas, pasos de peatones, alcorques, bandas de aparcamiento, etc y una vez corregida dicha distancia se modifican los datos de partida comprobando que se cumplan las condiciones impuestas para los valores de niveles medios como coeficientes de uniformidad.

Por otra parte el programa permite analizar los niveles de iluminación y calidad conseguidos, en las superficies que interesen. Así se han calculado dichos valores para la acera izquierda, calzada derecha, calzada izquierda, aparcamiento derecho y acera derecha para cada una de las dos secciones tipo de 13 y de 15 m. proyectadas. A continuación se describe brevemente esta última variante.

Para la obtención de la iluminación puntual, se basa este método en el empleo de los datos fotométricos más representativos y exactos de cuantos existen en una luminaria, que son los recogidos en la matriz de intensidades del aparato de iluminación.

Esta matriz de intensidades, es una matriz de doble entrada, con ángulos de orientación o azimuth de los planos de distribución de la luminaria, y ángulos de inclinación de los rayos luminosos sobre estos planos.

Los valores que figuran en la matriz para cada par de ángulos (C) están dados en candelas, valor de intensidad luminosa.

El ordenador, mediante un programa de interpolación de segundo orden, encuentra siempre la pareja de valores que definen un punto de la cuadrícula de cálculo, con relación a una luminaria cualquiera.

Para realizar el cálculo es preciso formar una cuadrícula en la zona de estudio, que puede tener tantos puntos como se quiera.

Esta cuadrícula se le da entrada al ordenador definiendo la abscisa inicial y final, así como los intervalos o incrementos y la ordenada inicial y final y sus incrementos. También se hace constar la cota del plano de cálculo.

El origen de coordenadas del cálculo es por tanto el que corresponde a la abscisa y ordenada iniciales.

Si a partir de ese origen de coordenadas, se sitúan las luminarias, definidas por su abscisa y ordenada correspondiente, su altura su ángulo de orientación y su inclinación, se tiene perfectamente definida, tanto la zona de cálculo como la posición de las luminarias.

El proceso que a continuación sigue el ordenador, puede ser resumido de la siguiente forma:

- Calcula mediante los arcos tangentes, el azimut u orientación y el ángulo de inclinación correspondientes de un punto con relación a la luminaria.
- Halla en la matriz de intensidades el valor en candelas para ese par de ángulos (C).
- Siguiendo la fórmula fundamental, que se da a continuación, calcula la iluminación:

$$E = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{H^2}$$

Ecuación 45: Fórmula fundamental de la iluminación

donde el significado de cada variable es:

- **E** = Iluminación para un determinado punto y por un aparato en lux.
 - **I** = Intensidad hallada para los ángulos utilizados en cd.
 - **α** = Inclinación en °.
 - **H** = Altura del montaje en m.
-
- Repite este cálculo para todas las luminarias que intervienen y realiza su suma.
 - Repite este proceso para todos los puntos de la zona de estudio y obtiene el total de la cuadrícula pedida.

Una vez acabado el proceso, se consigue con la máxima exactitud y sin posibilidad de error humano, la iluminación media y los coeficientes de uniformidad entre valores extremos y medio respectivamente.

El trazado del gráfico de las curvas isolux es automático, y una vez obtenidos los cálculos, mediante el plotter conectado al ordenador, realiza la función del trazado de las curvas, así como los valores en lux de toda la zona.

A continuación se adjuntan los resultados obtenidos, que corresponden a las hojas de salida del ordenador.

5.1.2. Sección A-A'

Urbanización Cerro Belmonte

DIALux

06.02.2010

Universidad Carlos III

Proyecto elaborado por Alejandro García Galiano
Teléfono
Fax
e-Mail

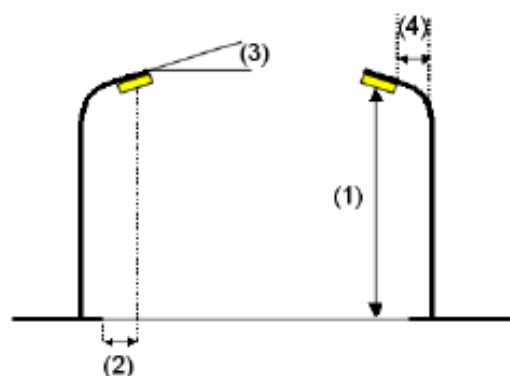
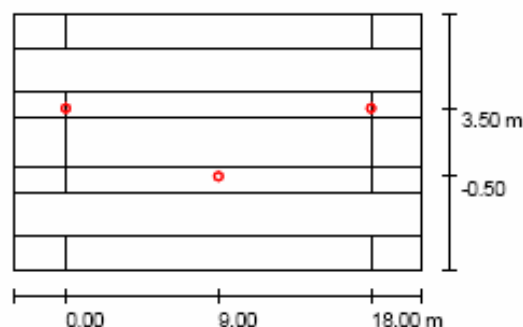
Sección A / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 4	(Anchura: 2.000 m)
Línea verde 2	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal 3	(Anchura: 1.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 2	(Anchura: 1.500 m)
Línea verde 1	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.70

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips Urbana GPS302 PCO-D500 HSH 1xCDO-ET150W/828
Flujo luminoso de las luminarias:	13100 lm
Potencia de las luminarias:	166.0 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	18.000 m
Altura de montaje (1):	9.000 m
Altura del punto de luz:	8.343 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.500 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	59 cd/klm
con 80°:	62 cd/klm
con 90°:	63 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Urbanización Cerro Belmonte

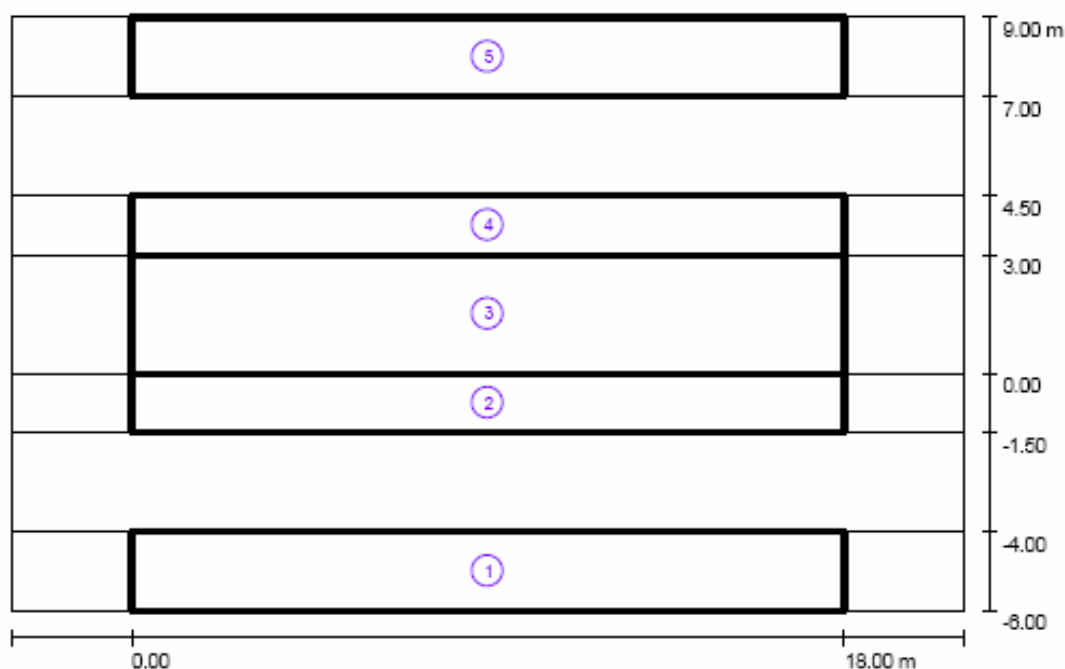
DIALux

06.02.2010

Universidad Carlos III

Proyecto elaborado por Alejandro García Galiano
Teléfono
Fax
e-Mail

Sección A / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:172

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
Longitud: 18.000 m, Anchura: 2.000 m
Trama: 10 x 3 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:
Valores de consigna según clase:
Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	U0
7.7	0.9
≥ 7.5	≥ 0.4
✓	✓

Sección A / Resultados luminotécnicos**Lista del recuadro de evaluación****2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2**

Longitud: 18.000 m, Anchura: 1.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m [lx]$	$U0$
Valores reales según cálculo:	9.9	1.0
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 18.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m [lx]$	$U0$
Valores reales según cálculo:	10.3	1.0
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

4 Recuadro de evaluación Camino peatonal 3

Longitud: 18.000 m, Anchura: 1.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 3.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m [lx]$	$U0$
Valores reales según cálculo:	9.9	1.0
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

5 Recuadro de evaluación Camino peatonal 4

Longitud: 18.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 4.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m [lx]$	$U0$
Valores reales según cálculo:	7.7	0.9
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

5.1.3. Sección B-B'

Urbanización Cerro Belmonte

DIALux

05.02.2010

Proyecto elaborado por Alejandro García Galiano
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

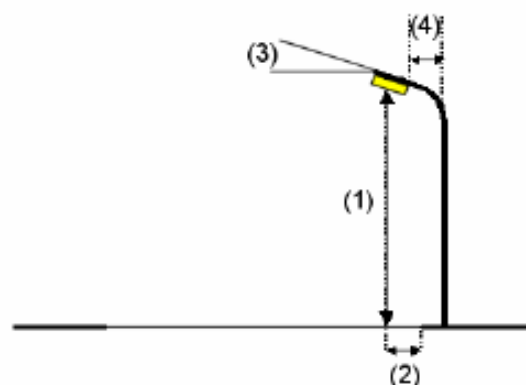
Sección B / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 3.000 m)

Factor mantenimiento: 0.70

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips TrafficVision SGS306 OM PE P5X 1xSON-PP150W	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso de las luminarias:	17000 lm	con 70°: 180 cd/klm
Potencia de las luminarias:	169.0 W	con 80°: 51 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 10.00 cd/klm
Distancia entre mástiles:	16.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	9.000 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura del punto de luz:	8.620 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G5.
Saliente sobre la calzada (2):	-0.800 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	

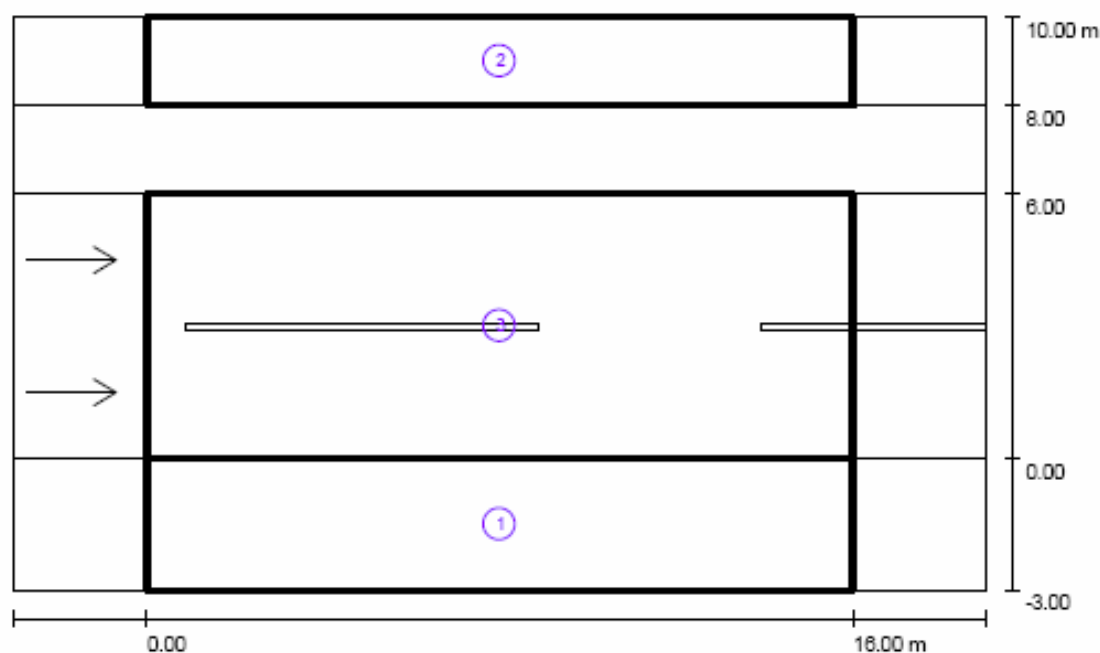
Urbanización Cerro Belmonte

DIALux

05.02.2010

Proyecto elaborado por Alejandro García Galiano
Teléfono
Fax
e-Mail

Sección B / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:158

Lista del recuadro de evaluación

1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 16.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m [lx]$	$U0$
Valores reales según cálculo:	31.7	0.7
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Urbanización Cerro Belmonte**DIALux**

05.02.2010

Proyecto elaborado por Alejandro García Galiano

Teléfono

Fax

e-Mail

Sección B / Resultados luminotécnicos**Lista del recuadro de evaluación****2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2**

Longitud: 16.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	11.2	0.9
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 16.000 m, Anchura: 6.000 m

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.8	0.52	0.9	7	0.8
Valores de consigna según clase:	≥ 0.5	≥ 0.35	≥ 0.4	≤ 15	≥ 0.5
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

5.1.4. Sección C-C'

Urbanización Cerro Belmonte

DIALux

13.05.2010

Universidad Carlos III

Proyecto elaborado por Alejandro García Gallano
Teléfono
Fax
e-Mail

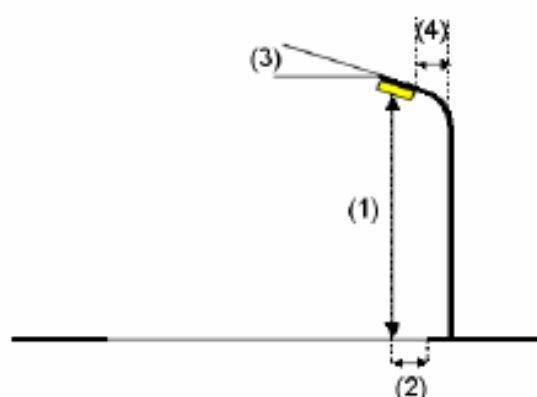
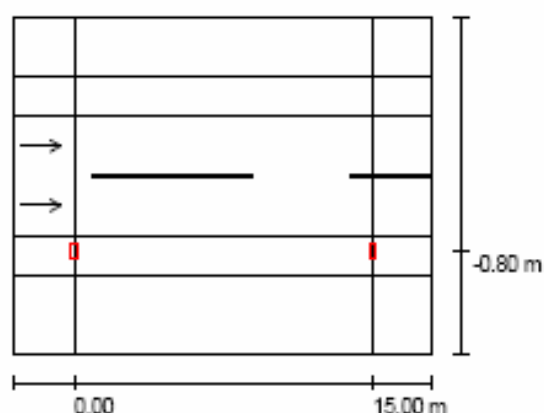
Sección C-C' / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 3.000 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 4.000 m)

Factor mantenimiento: 0.70

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips TrafficVision SGS306 OM PE P5X 1xSON-PP150W
Flujo luminoso de las luminarias:	17000 lm
Potencia de las luminarias:	169.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	15.000 m
Altura de montaje (1):	9.000 m
Altura del punto de luz:	8.620 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.800 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 180 cd/klm
con 80°: 51 cd/klm
con 90°: 10.00 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G5.
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D5.

Urbanización Cerro Belmonte

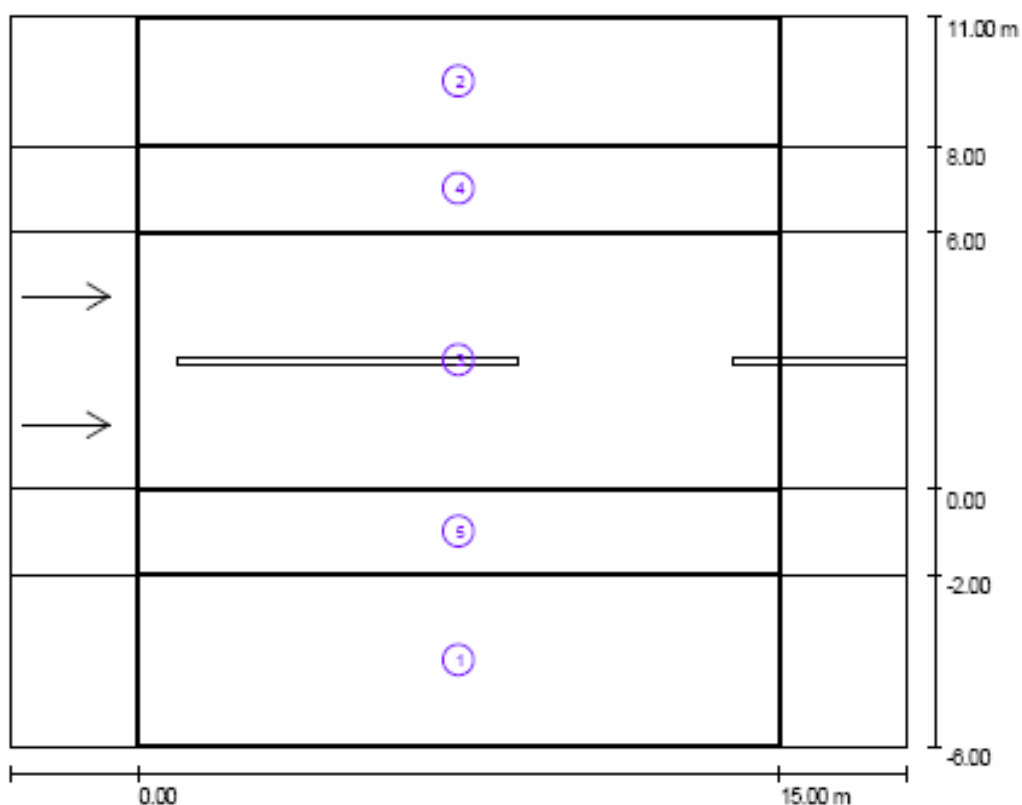
DIALux

13.05.2010

Universidad Carlos III

Proyecto elaborado por Alejandro García Gallano
Teléfono
Fax
e-Mail

Sección C-C' / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:158

Lista del recuadro de evaluación

1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 15.000 m, Anchura: 4.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]

25.9

≥ 7.5

✓

U0

0.7

≥ 0.4

✓

Sección C-C' / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 15.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	10.9	0.8
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 15.000 m, Anchura: 6.000 m

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.9	0.53	0.9	7	0.8
Valores de consigna según clase:	≥ 0.5	≥ 0.35	≥ 0.4	≤ 15	≥ 0.5
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

4 Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 2

Longitud: 15.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 2.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	18.0	0.8
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

5 Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1

Longitud: 15.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	35.1	0.8
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

5.2. Cálculos eléctricos

5.2.1. Potencias eléctricas

Las líneas de alimentación a los puntos de luz, estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia se aplicarán las potencias máximas que nos da el fabricante Philips que es de 169 W para las luminarias de la familia TrafficVision y de 166 W para las luminarias de la familia Urbana.

La potencia que llevará cada circuito será:

Circuito	Número de luminarias	Potencia con equipos (W)	
		Por rama	Total
1-1	20 TrafficVision 150 W	3.380	3.380
1-2	13 TrafficVision 150 W	2.197	2.197
1-3	6 TrafficVision 150 W	1.014	2.010
1-3	6 Urbana 150 W	996	
TOTAL	45	8.097	

Tabla 1: Potencia total de las luminarias de alumbrado público

5.2.2. Caída de tensión

Para el cálculo de la sección según la caída de tensión en las líneas se utilizará las siguientes expresiones teniendo en cuenta que el alumbrado se alimentará a 220 V, por tanto al realizar un tendido de línea trifásica se tendrá que asegurar que la hora de la instalación se conecte cada receptor a una fase y al neutro de forma alternativa para asegurar un nivel de tensión de carga parecido en cada fase y evitar desequilibrar el sistema trifásico.

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}$$

Ecuación 46: Caída de tensión parcial

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{380} \cdot 100$$

Ecuación 47: Caída de tensión porcentual parcial

donde el significado de cada variable es:

- ΔU = Caída de tensión en V.
- $\Delta U\%$ = Caída de tensión porcentual.
- L = Longitud de la línea en m.
- $\cos \varphi$ = Factor de potencia, que en este caso es 0,9.
- S = Sección del cable, que en este caso será 16 mm².
- γ = Conductividad del material conductor, que en el caso del cobre es de 56 m/Ωmm².
- I = Corriente que circula por la línea en A, que se calcula

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi}$$

Ecuación 48: Corriente en los circuitos de alumbrado

donde:

- P = Es la potencia que lleva el conductor en W y que para un tramo dado será el acumulado de todas las luminarias aguas abajo de ella.

Los resultados para los circuitos C-1, C-2 y C-3 de alumbrado que parten del centro de mando CM 1 vienen reflejados en las siguientes páginas:

Circuito C-1

Tramo	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caída parcial (V)	Caída parcial (%)	Caída total (%)
CM 1-1	3.380	10,27	14,06	0,25	0,066	0,066
1-2	3.211	9,76	14,00	0,24	0,063	0,129
2-3	3.042	9,24	7,63	0,12	0,032	0,032
3-4	2.873	8,73	16,34	0,25	0,065	0,131
4-5	2.704	8,22	19,32	0,28	0,073	0,201
5-6	2.535	7,70	18,99	0,25	0,067	0,268
6-7	2.366	7,19	19,04	0,24	0,063	0,331
7-8	2.197	6,68	18,85	0,22	0,058	0,389
8-9	2.028	6,16	15,95	0,17	0,045	0,434
9-10	1.859	5,65	15,06	0,15	0,039	0,473
10-11	1.690	5,14	15,85	0,14	0,037	0,510
11-12	1.521	4,62	16,56	0,13	0,035	0,545
12-13	1.352	4,11	18,96	0,14	0,036	0,581
13-14	1.183	3,59	16,66	0,10	0,027	0,608
14-15	1.014	3,08	16,66	0,09	0,024	0,631
15-16	845	2,57	18,19	0,08	0,021	0,653
16-17	676	2,05	18,92	0,07	0,018	0,671
17-18	507	1,54	14,83	0,04	0,010	0,681
18-19	338	1,03	17,81	0,03	0,008	0,689
19-20	169	0,51	19,44	0,02	0,005	0,694

Tabla 62 Caída de tensión del circuito de alumbrado C-1

Circuito C-2

Tramo	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caída parcial (V)	Caída parcial (%)	Caída total (%)
CM 1-1	2.197	6,68	27,08	0,31	0,083	0,083
1-2	2.028	6,16	5,49	0,06	0,015	0,015
2-3	845	2,57	18,05	0,08	0,021	0,104
3-4	676	2,05	18,94	0,07	0,018	0,122
4-5	507	1,54	18,97	0,05	0,013	0,135
5-6	338	1,03	19,11	0,03	0,009	0,144
6-7	169	0,51	19,05	0,02	0,004	0,149
2-1a	1.014	3,08	13,12	0,07	0,019	0,019
1a-2a	845	2,57	16,49	0,07	0,019	0,038
2a-3a	676	2,05	16,53	0,06	0,016	0,053
3a-4a	507	1,54	18,34	0,05	0,013	0,066
4a-5a	338	1,03	18,26	0,03	0,009	0,075
5a-6a	169	0,51	18,92	0,02	0,004	0,079

Tabla 63: Caída de tensión del circuito de alumbrado C-2

Circuito C-3

Tramo	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Caída parcial (V)	Caída parcial (%)	Caída total (%)
CM 1-1	2.010	6,11	84,3	0,90	0,236	0,236
1-2	1.841	5,59	18,35	0,18	0,047	0,283
2-3	1.672	5,08	18,56	0,16	0,043	0,326
3-4	1.503	4,57	18,97	0,15	0,040	0,366
4-5	1.334	4,05	18,89	0,13	0,035	0,401
5-6	1.165	3,54	20,55	0,13	0,033	0,434
6-7	498	1,51	14,88	0,04	0,010	0,444
7-8	332	1,01	19,12	0,03	0,009	0,453
8-9	166	0,50	16,5	0,01	0,004	0,457
6-10	498	1,51	17,94	0,05	0,012	0,446
10-11	332	1,01	18,99	0,03	0,009	0,455
11-12	166	0,50	16,34	0,01	0,004	0,459

Tabla 64: Caída de tensión del circuito de alumbrado C-3

5.3. Cimentación de los báculos

Para realizar el cálculo del dado de hormigón sobre el cual se montará el báculo, se remitirá a la norma NTE-IEE de Alumbrado Exterior, donde se proporcionan las dimensiones de los dados de hormigón y la longitud del perno de anclaje en función de la altura del báculo.

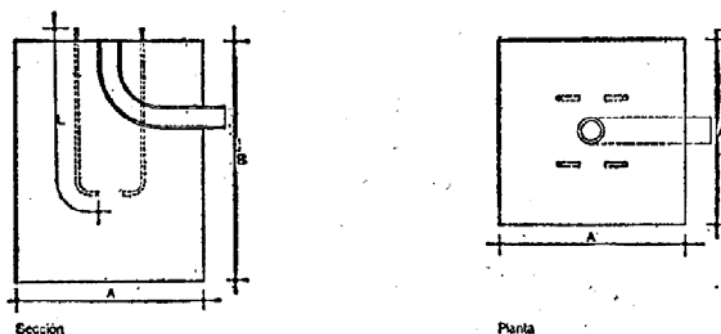


Figura 40: Plano de los dados de hormigón para la cimentación de báculos

Altura (m)	A x A x B (m)	L (mm)
8	0,65 x 0,65 x 0,80	500
10	0,80 x 0,80 x 1,00	500
12	0,80 x 0,80 x 1,20	700
15	1,00 x 1,00 x 1,40	700

Tabla 65: Dimensiones de dados de hormigón y pernos de anclaje según norma NTE-IEE

Los datos que nos proporciona la compañía Bacolsa sobre sus báculos es la siguiente:

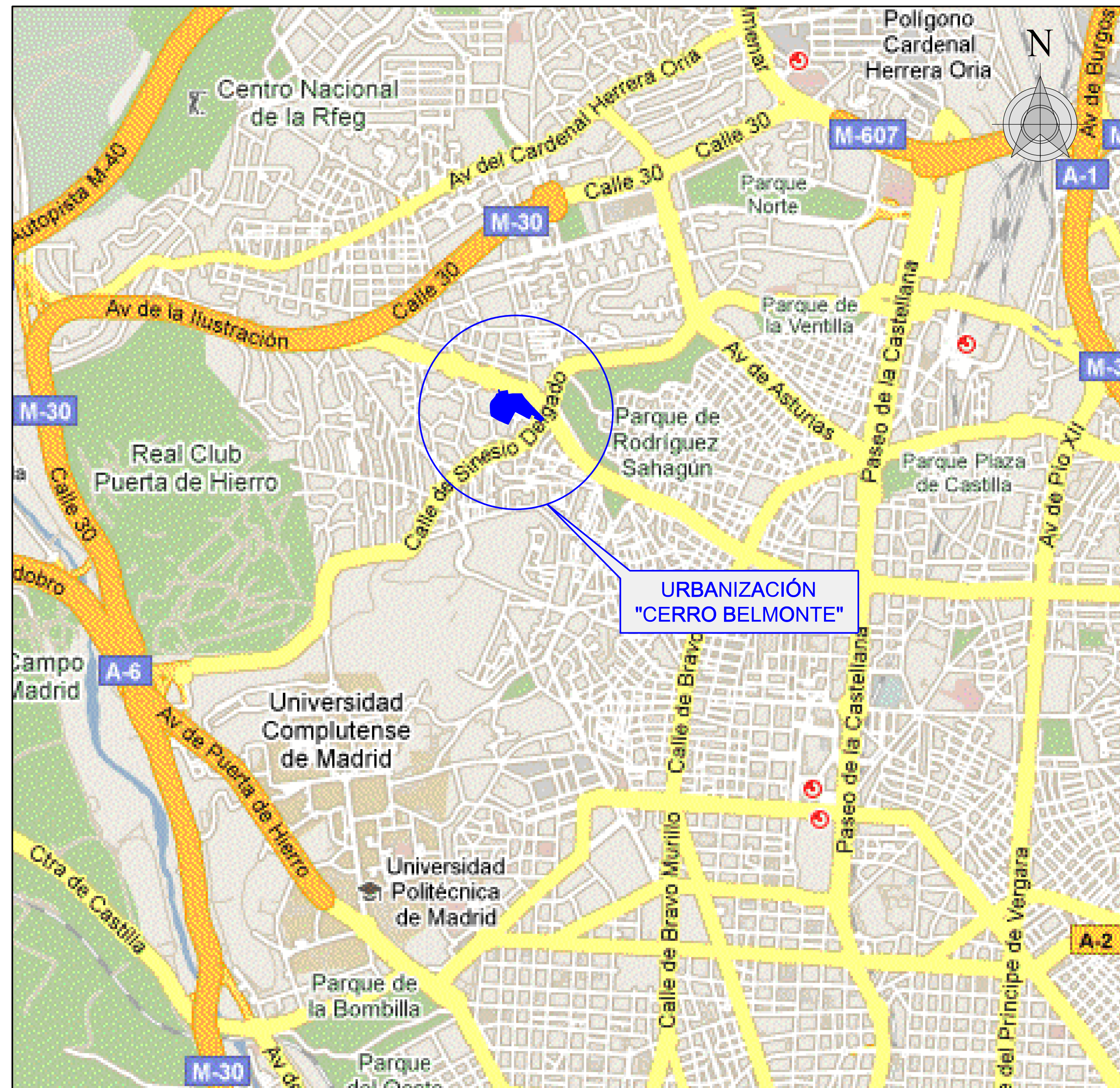
Altura (m)	A x A x B (m)	L (mm)
9	0,5 x 0,5 x 1,0	600

Tabla 66: Datos del fabricante sobre dados de hormigón y pernos de anclaje de báculos

Para este caso, báculos y columnas de 9 metros, se construirá un dado de hormigón H-200 con una base cuadrada de 80 cm de lado y una altura de 1 m y se utilizarán pernos de anclaje de 600 mm de longitud.

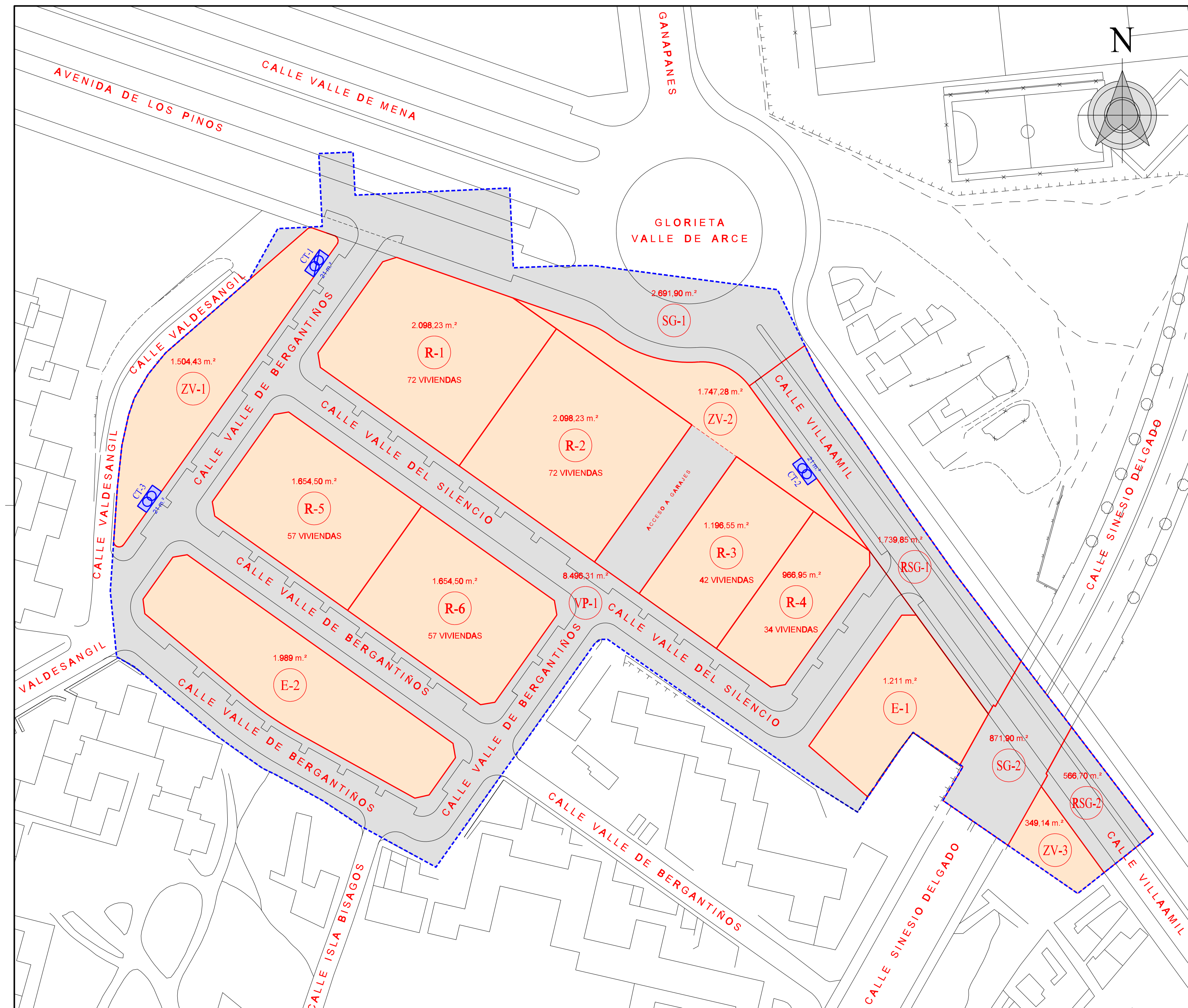
PLANOS

En el siguiente documento se explican las dimensiones y distribuciones de los elementos utilizados en el presente proyecto











PLANTA DE SITUACIÓN

SIN ESCALA

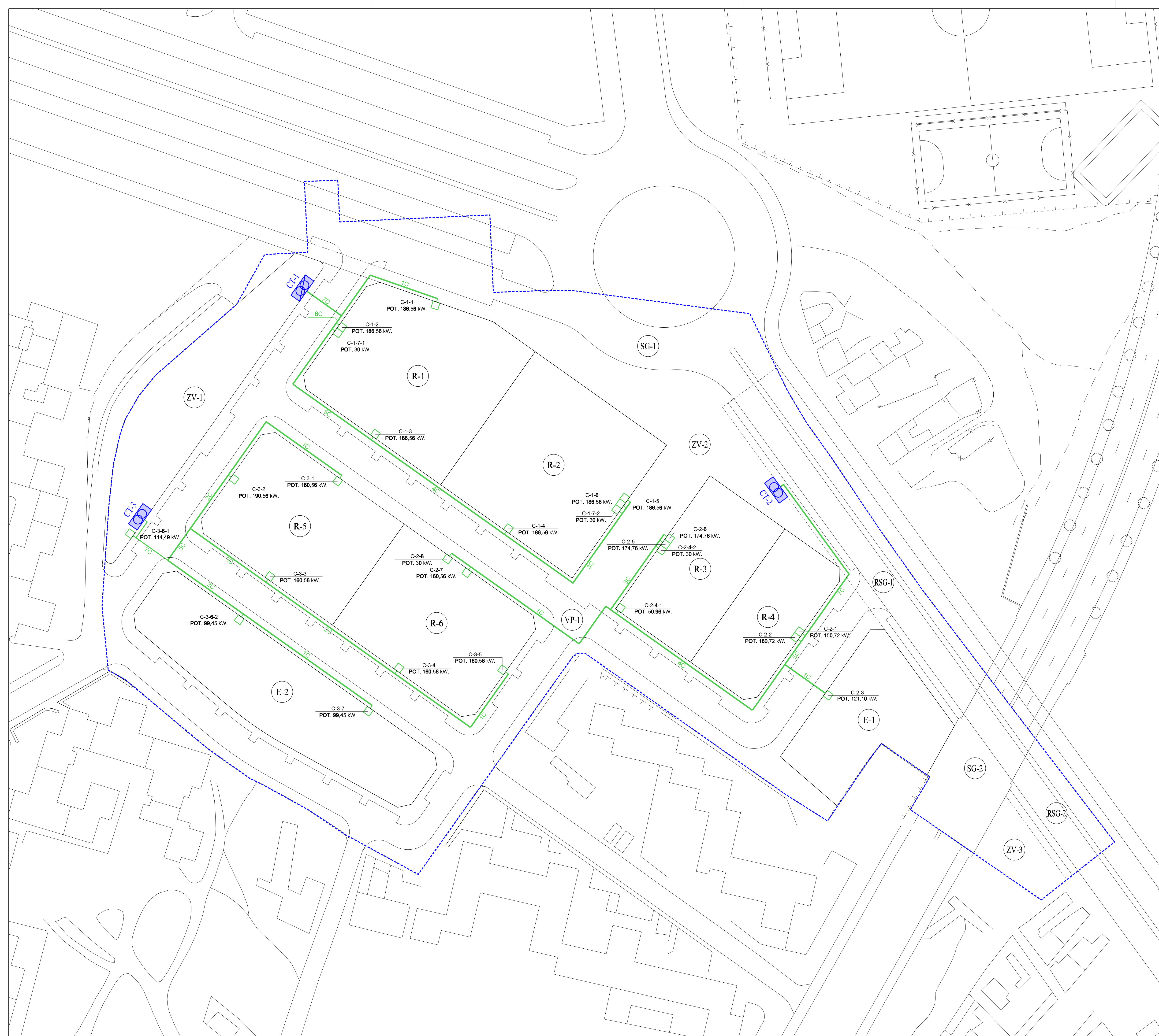


PLANTA DE EMPLAZAMIENTO

ESCALA 1:750

LEYENDA	
	LIMITE DEL ÁMBITO DE LA URBANIZACIÓN
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, 2 TRAFOS DE 400 kVA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, 1 TRAFIO DE 630 kVA 1 TRAFIO DE 400 kVA
	PARCELA RESIDENCIAL
	ZONA VERDE
	ZONA VIARIA
	VIARIO PÚBLICO
	PARCELA PARA EQUIPAMIENTO PÚBLICO

<h1 style="text-align: center;">PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID</h1>		
ESCALA : <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">VARIAS</div>	PLANO :	
FECHA : <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">JUNIO-2010</div>	<h2 style="font-size: 1.5em;">SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</h2>	
	UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD PROYECTO FIN DE CARRERA	PLANO NÚMERO : <div style="font-size: 3em; text-align: center;">1</div>
	AUTOR DEL PROYECTO: EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL: D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO	



LEYENDA	
	LÍMITE DEL ÁMBITO DE LA URBANIZACIÓN
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, 2 TRAFOS DE 400 kVA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, 1 TRAFIO DE 630 kVA 1 TRAFIO DE 400 kVA
	Nº DE CIRCUITOS DE BT.-CONDUCTOR TIPO CV DE AI: 150 mm. ² 3x150 mm. ² +1x95 mm. ² : 240 mm. ² 3x240 mm. ² +1x150 mm. ² :
	NÚMERO DE- CT-CIRCUITO- POTENCIA DE ACOMETIDA EN kW
	PUNTO DE ACOMETIDA

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID

ESCALA: 1/500

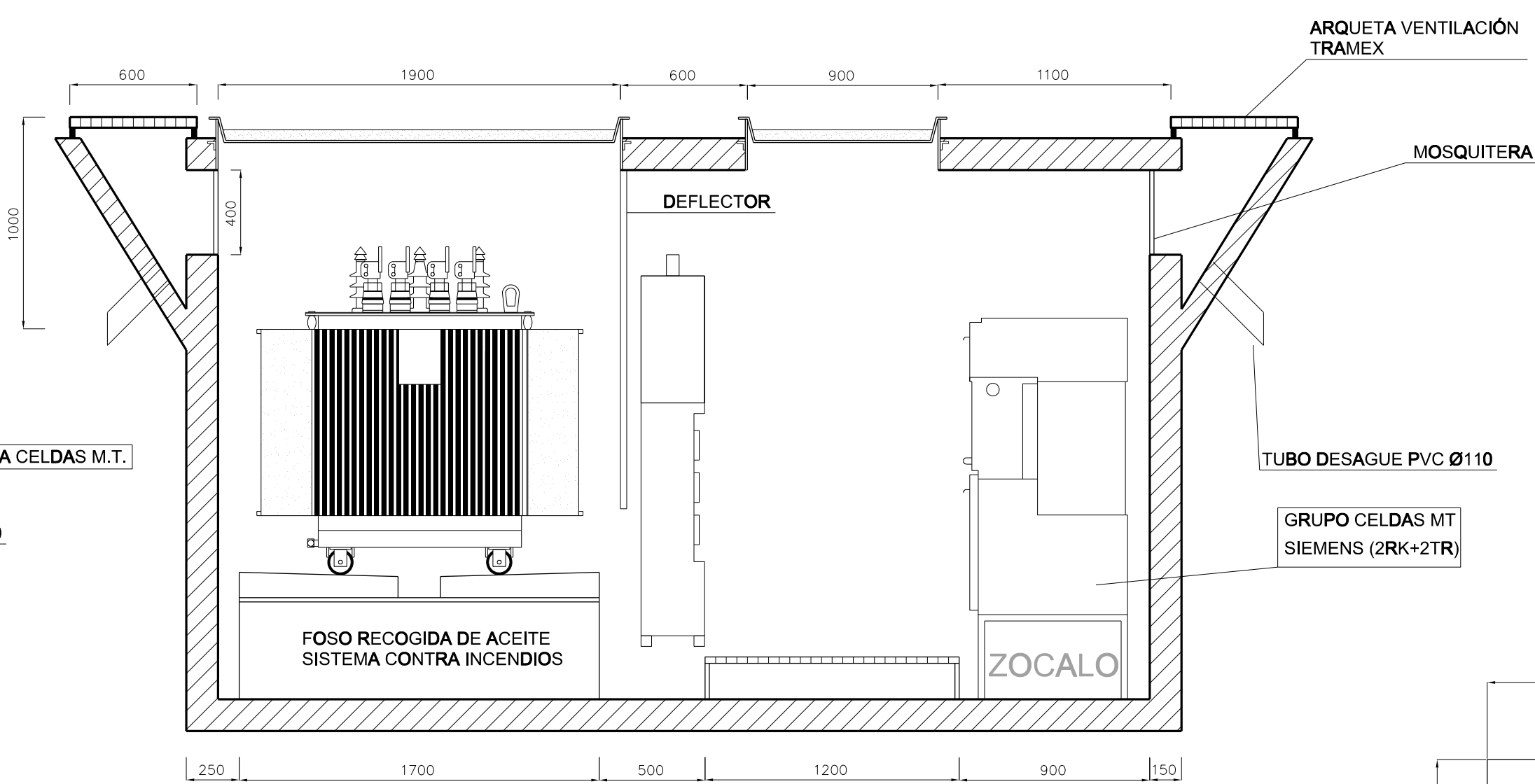
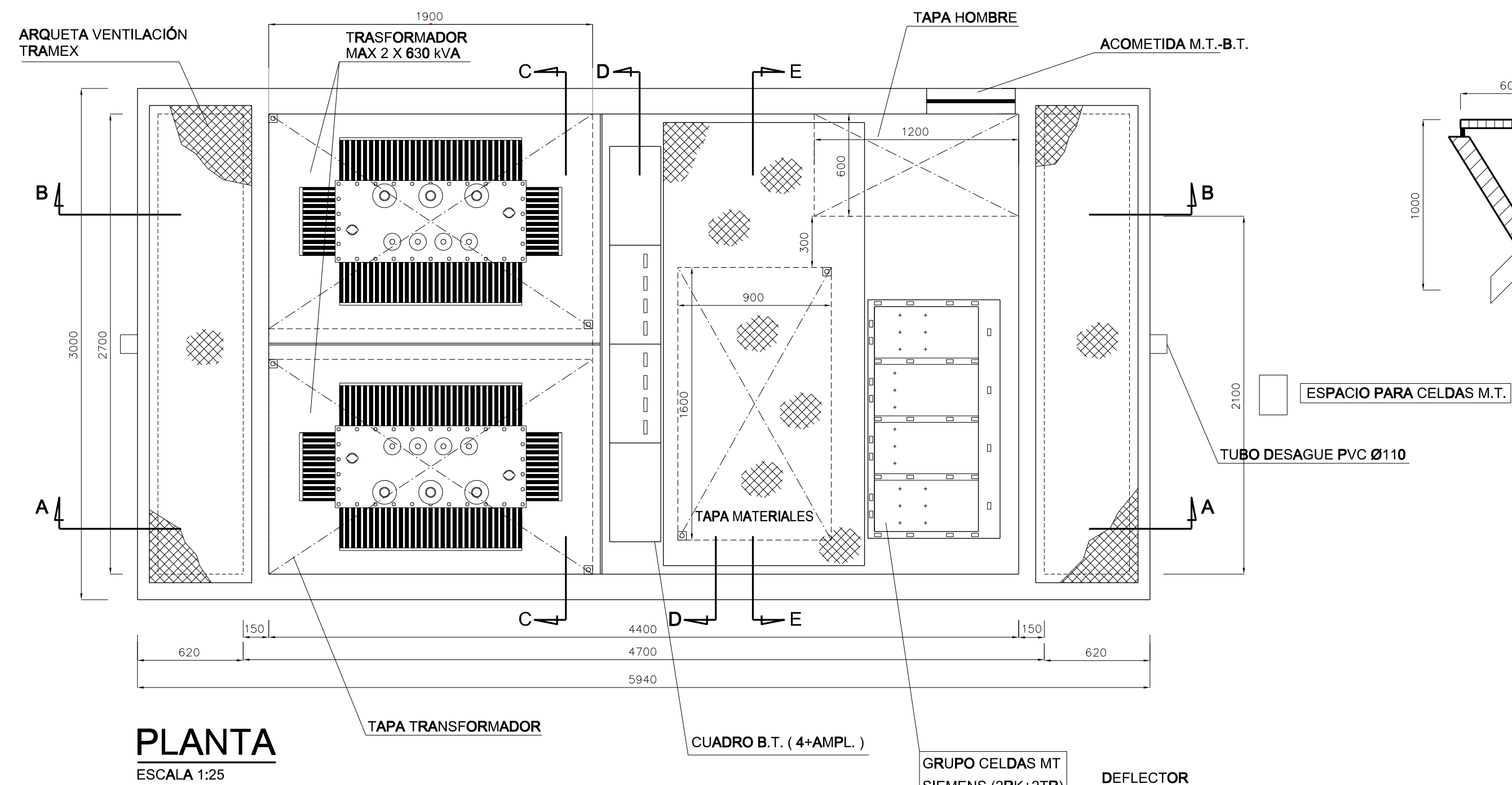
FECHA: JUNIO-2010

PLANO: RED DE BAJA TENSIÓN

AUTORIZADO POR: UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD
PROYECTO FIN DE CARRERA

AUTOR DEL PROYECTO: EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

PLANO NÚMERO: 3

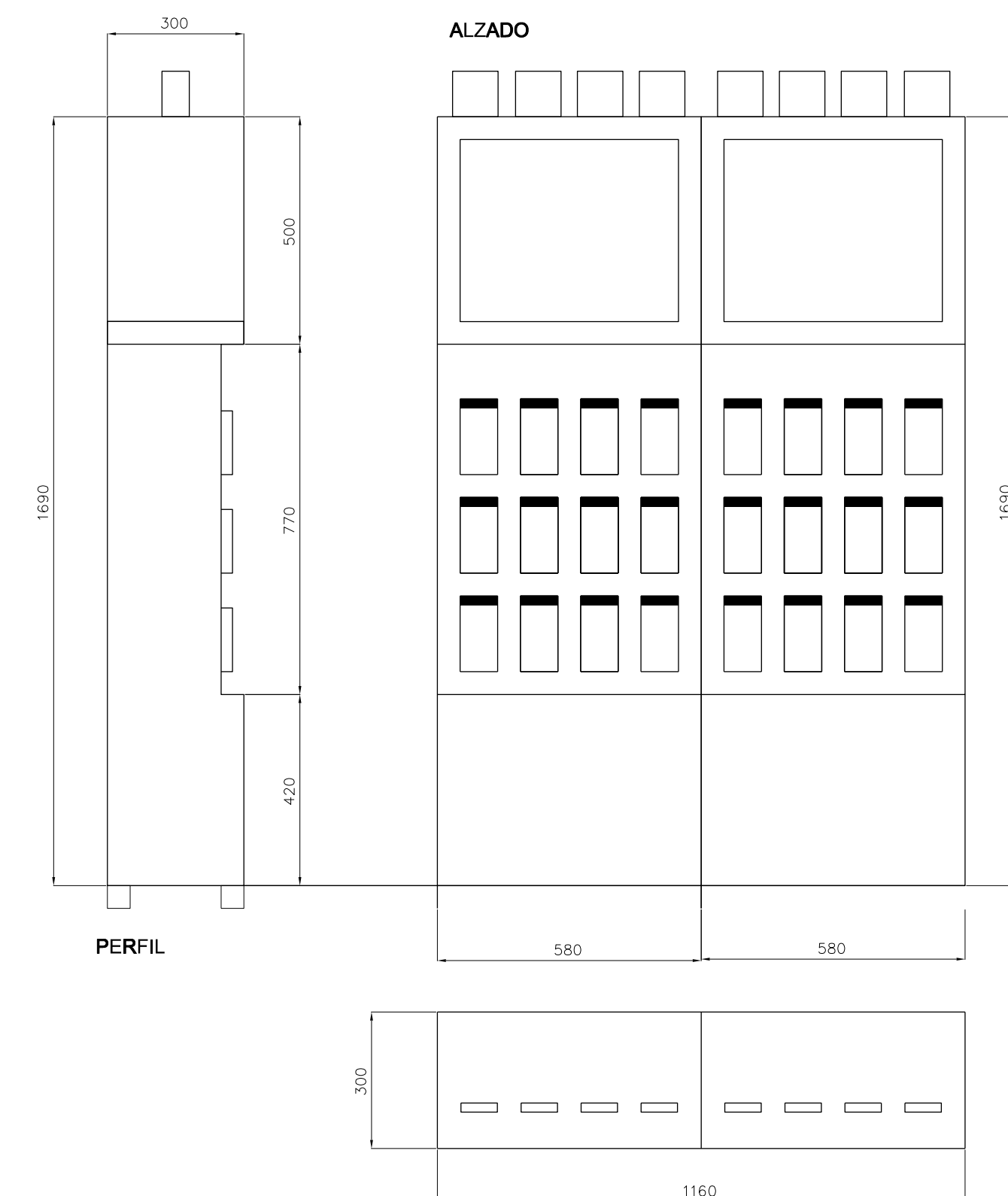
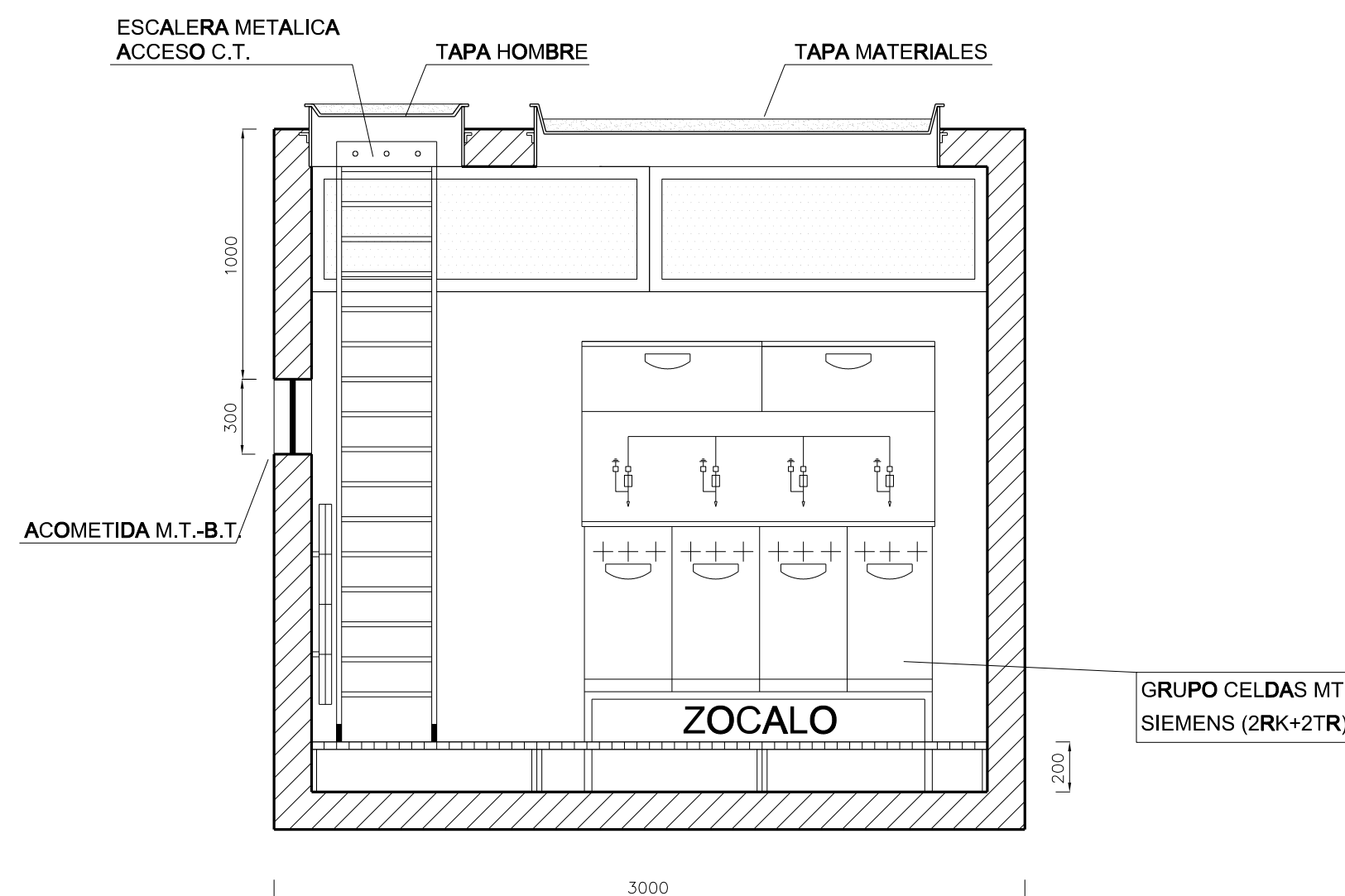
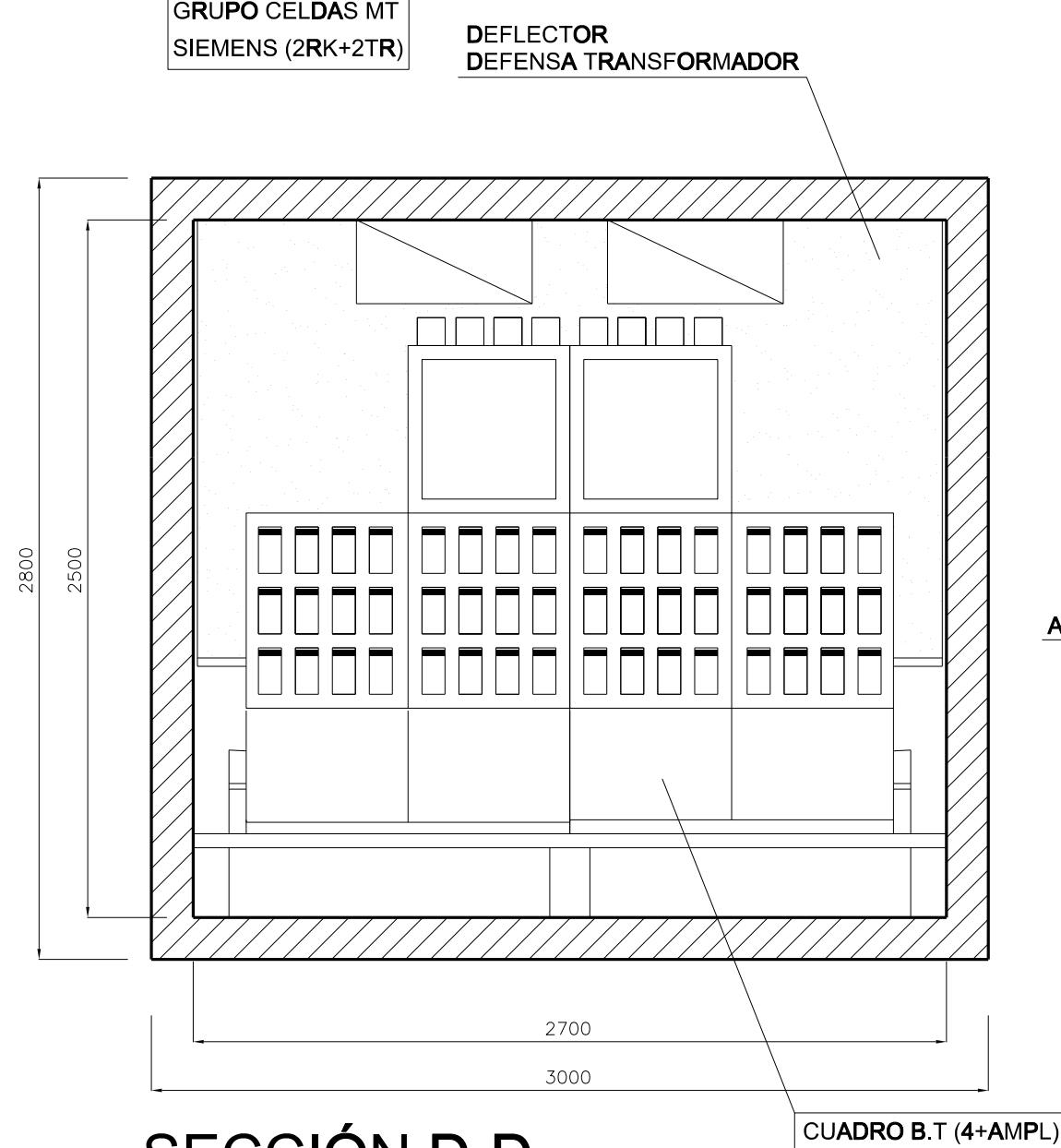
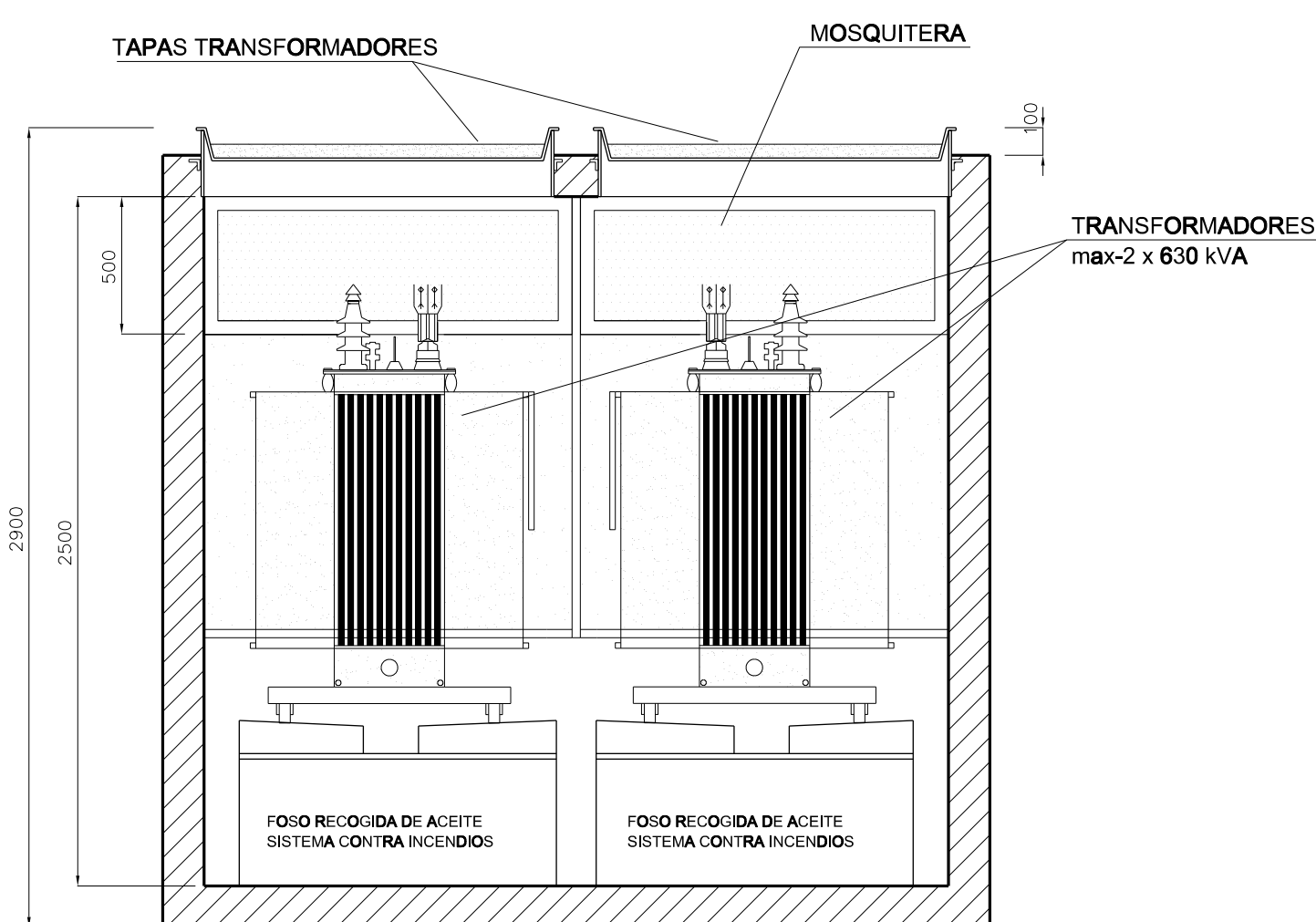


Título ENVOLVENTE PREFABRICADA DE HORMIGON PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN SUBTERRANEOS CON MANIOBRA INTERIOR, CON CUBIERTA

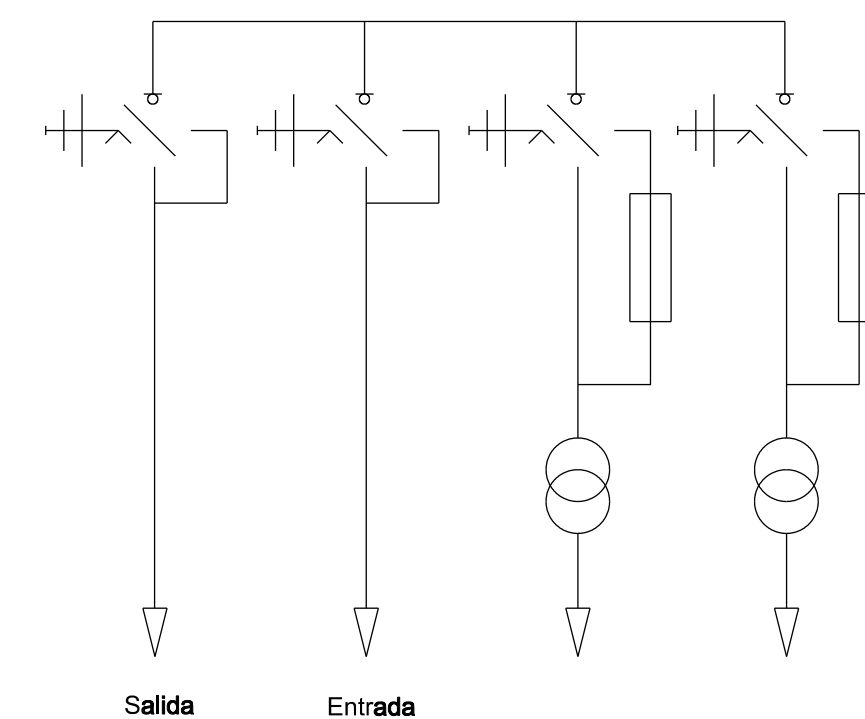
Características

- DOS TRANSFORMADORES DE ACEITE HASTA 630 kVA
- GRUPO DE CELDAS M.T. SIEMENS(2RK+2TR)
- DOS CUADROS B.T. (4+AMPL)
- VENTILACIÓN HORIZONTAL

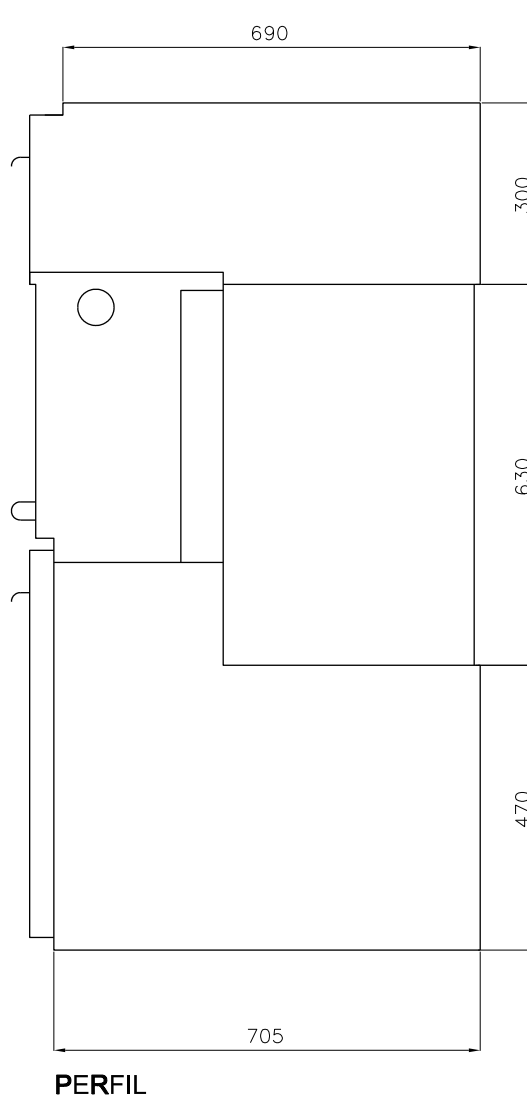
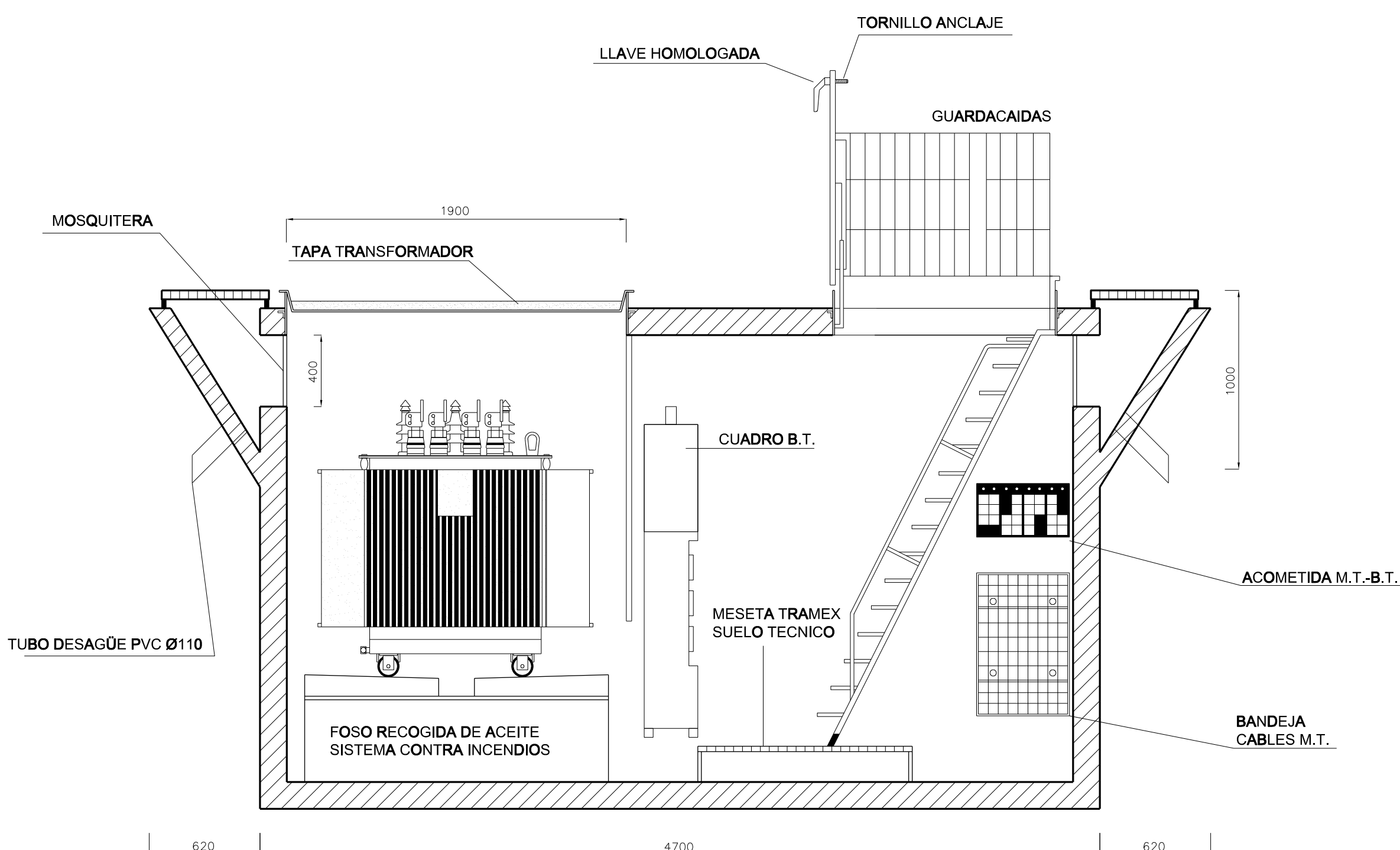
COTAS EN mm.



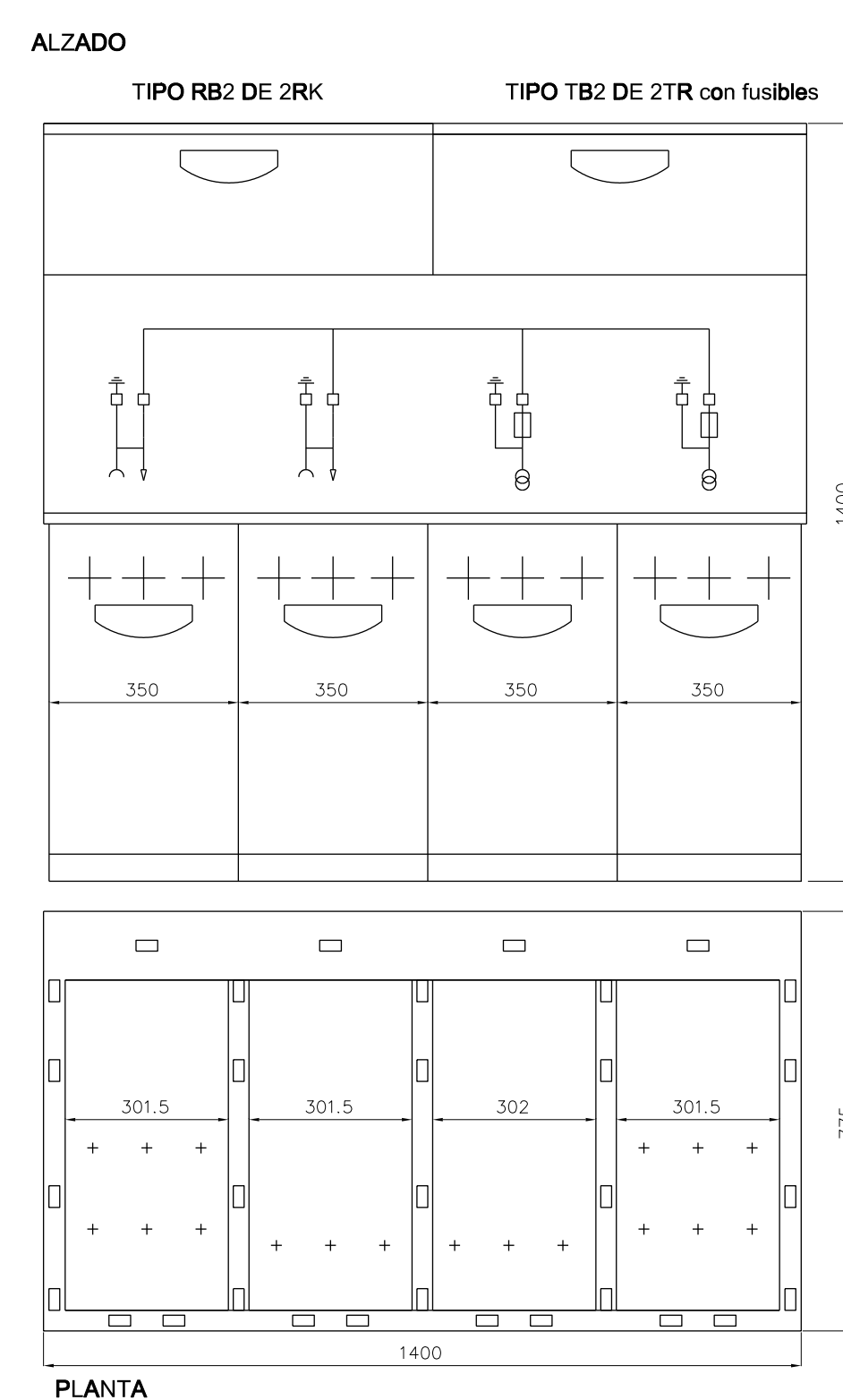
CUADRO B.T.
PRONUTEC (UNESA)
TIPO CBT-AC-4
ESCALA 1:12.5



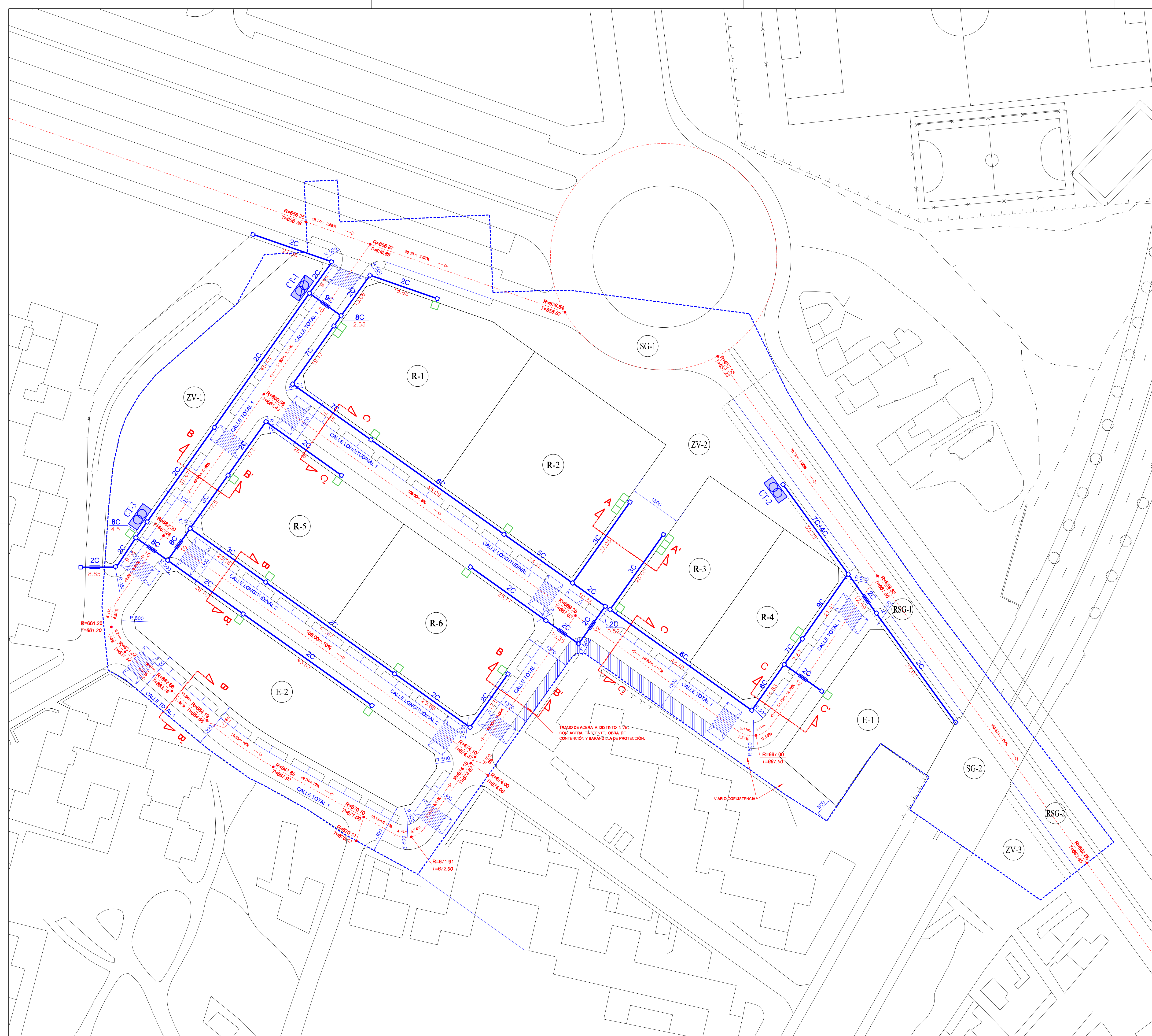
ESQUEMA UNIFILAR
ESCALA 1:25



GRUPO CELDAS
MT SIEMENS
ESCALA 1:12.5
SERIE 8DH10



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID			
ESCALA:	VARIAS	PLANO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
FECHA:	JUNIO-2010		
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD PROYECTO FIN DE CARRERA AUTOR DEL PROYECTO: EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO		PLANO NÚMERO:	
			4



LEYENDA	
	LÍMITE DEL ÁMBITO DE LA URBANIZACIÓN
	RED DE ZANJAS DE MT Y BT NÚMERO DE CONDUCTOS Y DISTANCIA
	CRUCE DE CALZADA
	ARQUETA DE DERIVACIÓN O DE CRUCE
	PUNTO DE ACOMETIDA

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID

ESCALA: 1/500

FECHA: JUNIO-2010

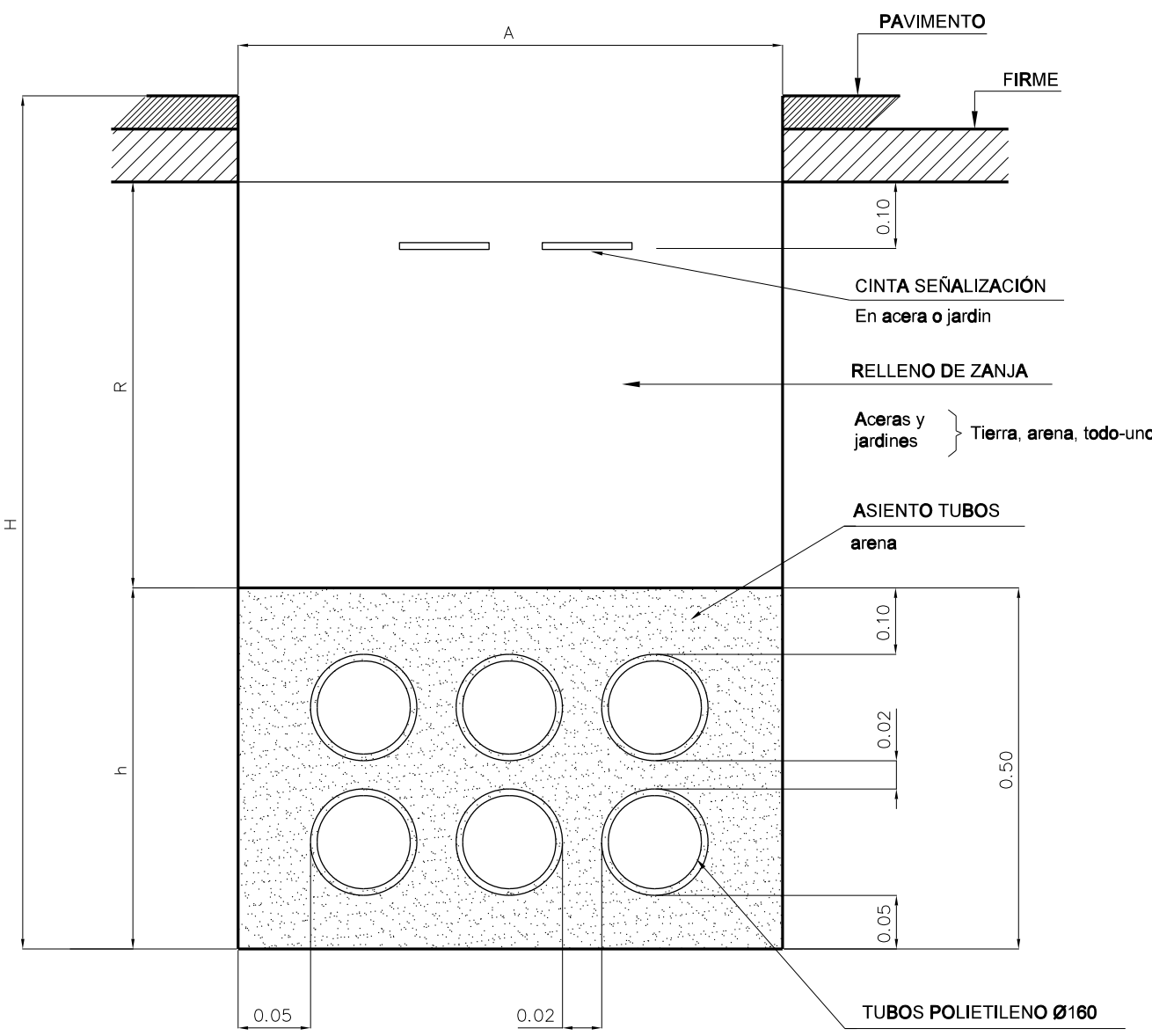
PLANO: ZANJAS DE ELECTRIFICACIÓN

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD
PROYECTO FIN DE CARRERA

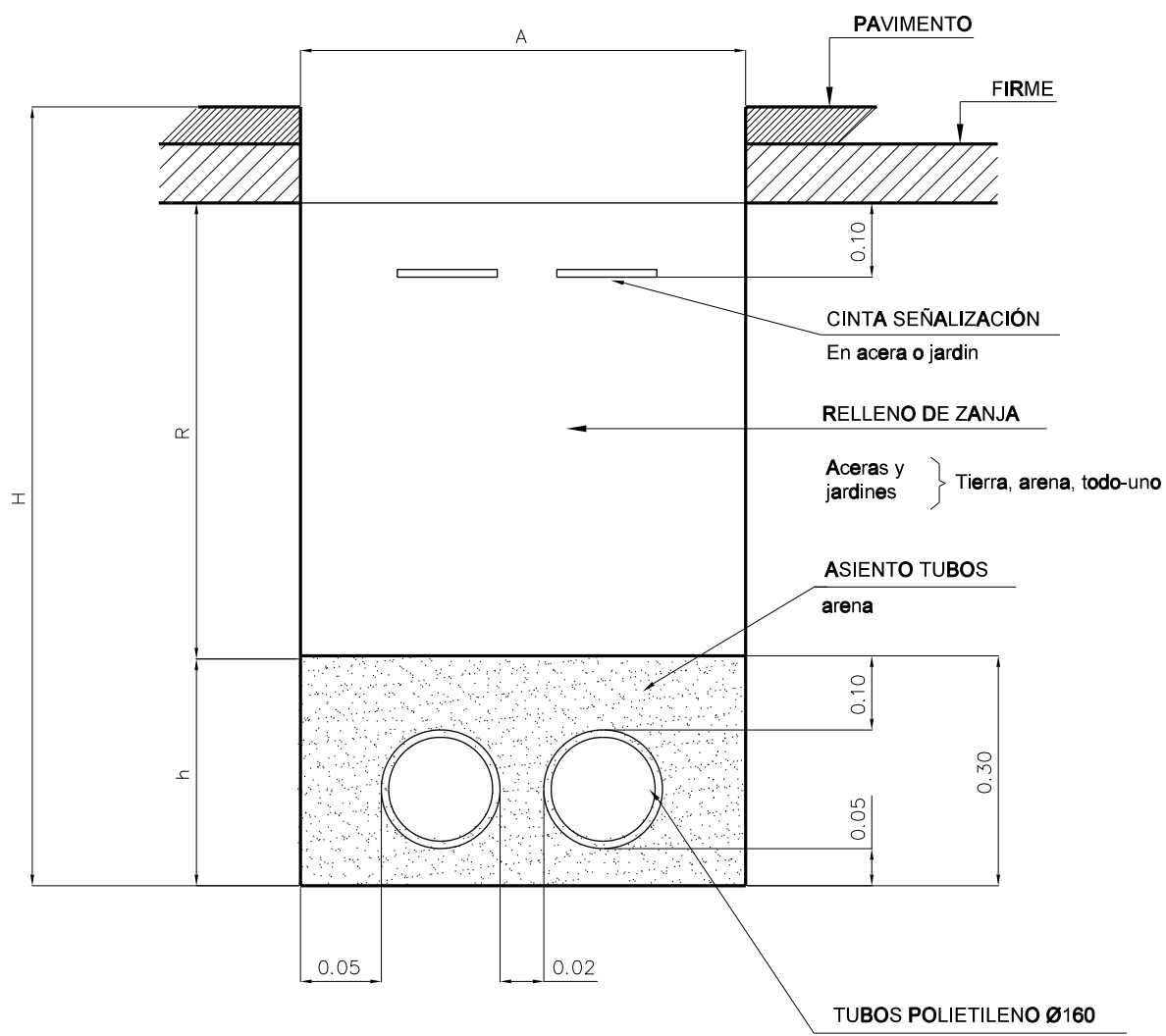
AUTOR DEL PROYECTO:
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

PLANO NÚMERO: 5

CANALIZACIONES ENTUBADAS

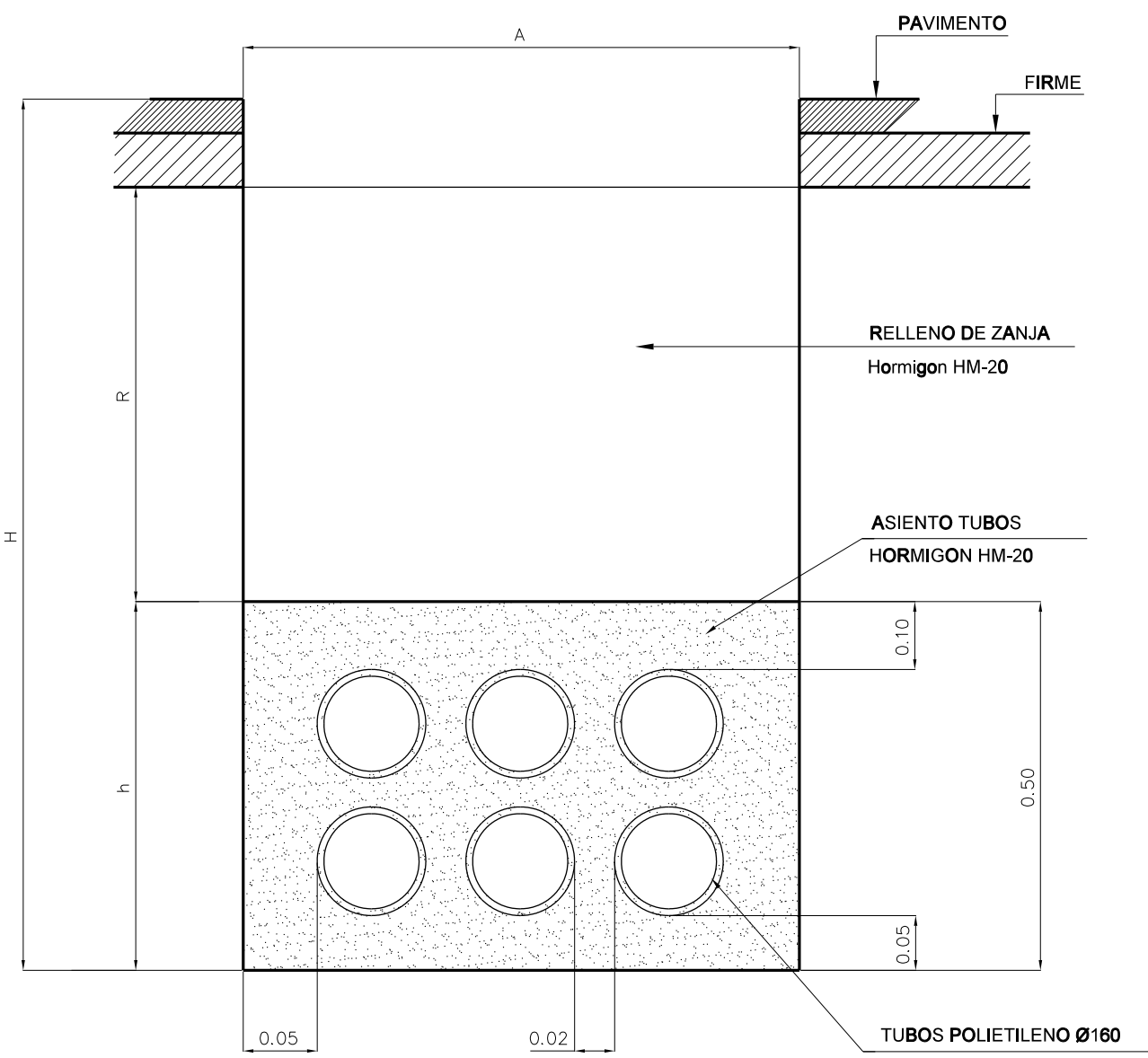


CANALIZACION DE ENERGIA ENTUBADA BAJO ACERA
PARA LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSION

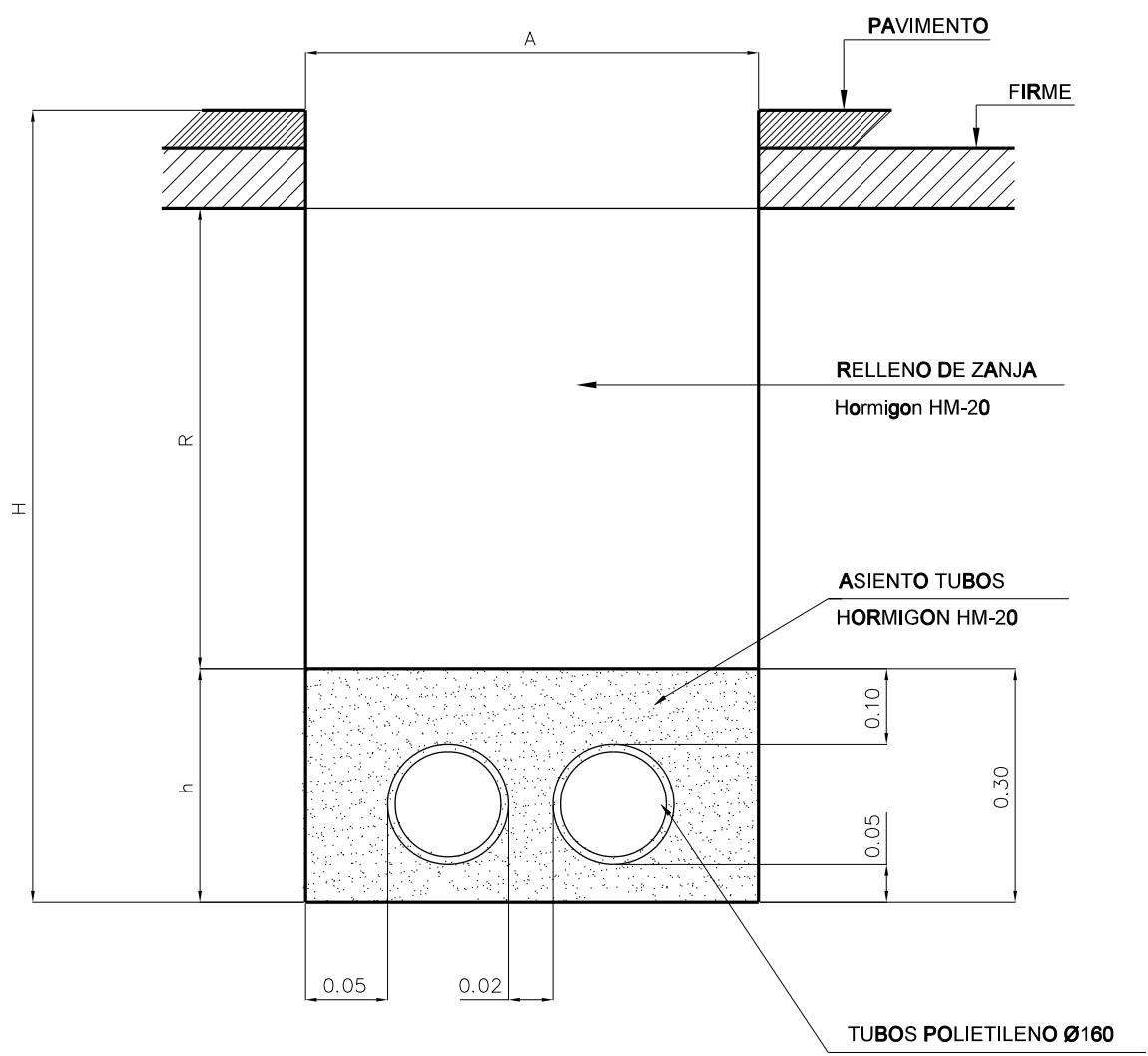


CANALIZACION DE ENERGIA ENTUBADA BAJO ACERA
PARA LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSION

CANALIZACIONES EN CRUCES DE CALZADAS



CANALIZACION DE ENERGIA EN CRUCE DE CALZADA
PARA LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSION



CANALIZACION DE ENERGIA EN CRUCE DE CALZADA
PARA LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSION

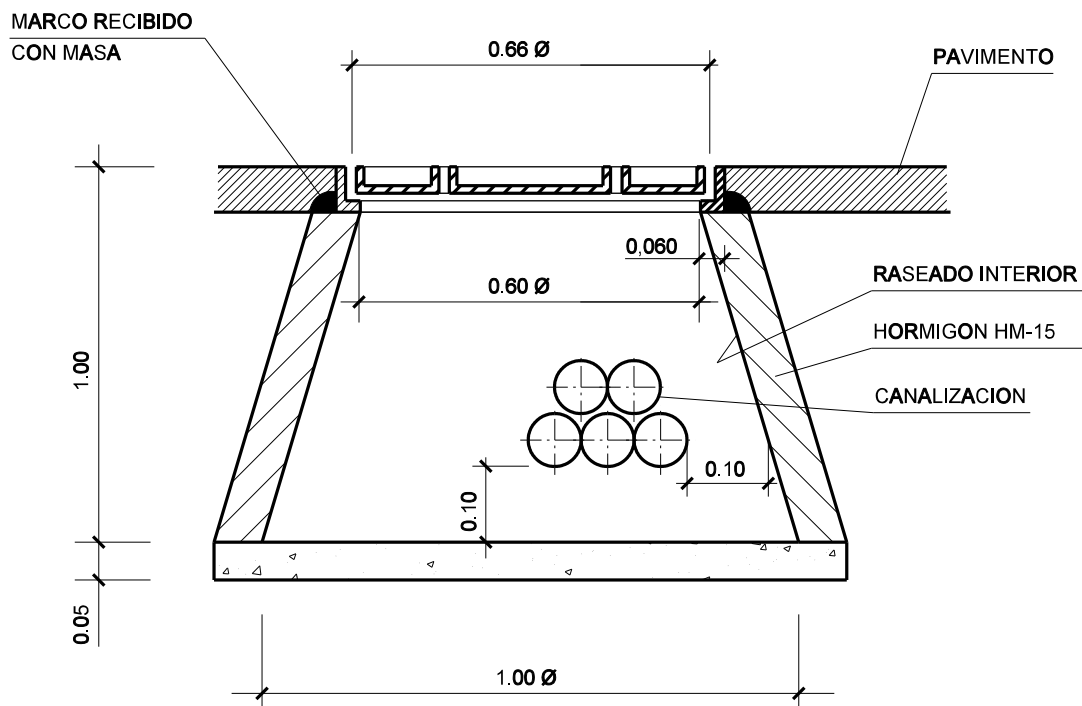
DIMENSIONES CONSTRUCTIVAS DE ZANJAS
PARA CANALIZACIONES ENTUBADAS

CANALIZACION ENTUBADA N° DE TUBOS	DIMENSIONES ESTANDAR ZANJA (m)	JARDIN	A	H	h	R	P	F
		ACERA						
2T (160 Ø)	0,35x0,70	JARDIN	0,35	0,70	0,30	0,40	--	--
		ACERA				0,24	0,04	0,12
3T (160 Ø)	0,35x0,80	JARDIN	0,35	0,80	0,40	0,40	--	--
		ACERA				0,24	0,04	0,12
4T (160 Ø)	0,35x0,90	JARDIN	0,35	0,90	0,50	0,40	--	--
		ACERA				0,24	0,04	0,12
5T (160 Ø)	0,50x0,80	JARDIN	0,50	0,80	0,40	0,40	--	--
		ACERA				0,24	0,04	0,12
6T (160 Ø)	0,50x0,90	JARDIN	0,50	0,90	0,50	0,40	--	--
		ACERA				0,24	0,04	0,12
7T (160 Ø)	0,50x1,10	JARDIN	0,50	1,10	0,65	0,45	--	--
		ACERA				0,29	0,04	0,12
8T (160 Ø)	0,50x1,10	JARDIN	0,50	1,10	0,65	0,45	--	--
		ACERA				0,29	0,04	0,12
9T (160 Ø)	0,50x1,10	JARDIN	0,50	1,10	0,65	0,45	--	--
		ACERA				0,29	0,04	0,12
10T (160 Ø)	0,70x1,10	JARDIN	0,70	1,10	0,80	0,30	--	--
		ACERA				0,04	0,12	
4T (2000)+0T (1600)	0,50x1,00	JARDIN	0,50	1,00	0,80	0,20	--	--
		ACERA				0,04	0,12	
4T (2000)+1T (1600)	0,50x1,00	JARDIN	0,50	1,00	0,80	0,20	--	--
		ACERA				0,04	0,12	
4T (2000)+2T (1600)	0,50x1,00	JARDIN	0,50	1,00	0,80	0,20	--	--
		ACERA				0,04	0,12	

A = ANCHO
H = PROFUNDIDAD
h = ASIENTO
R = RELLENO
P = PAVIMENTO
F = FIRME

El número de conductos están incluidos en los planos de las zanjas anteriores

ARQUETA REGISTRABLE "IN SITU" AG PARA MARCO Y TAPA DE FUNDICION M2 + T2 (0.61x0.61) EN EN JARDINES, ACERAS Y ACERAS PAVIMENTADAS

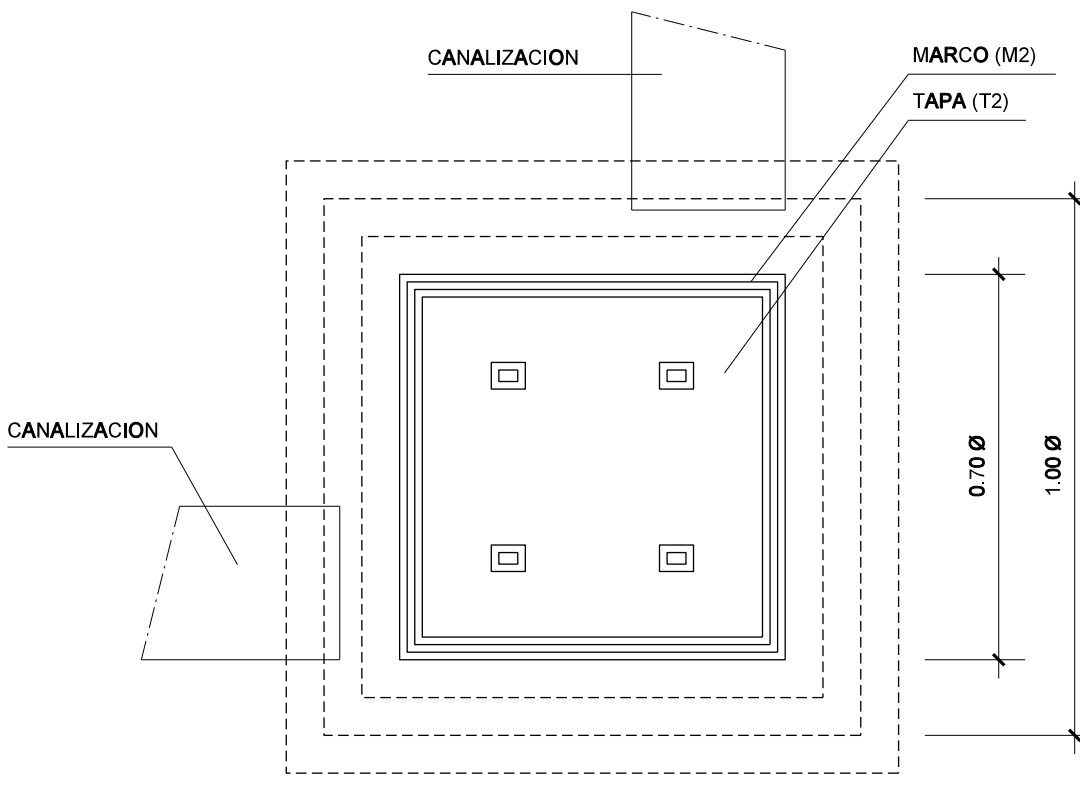


DIMENSIONES CONSTRUCTIVAS DE ZANJAS
PARA CRUCES DE CALZADA

CRUCES DE CALZADA N° DE TUBOS	DIMENSIONES ESTANDAR ZANJA (m)	CRUCES DE CALZADA	A	H	h	R	P	F
2T (160 Ø)	0,35x0,70	CRUCES	0,35	0,70	0,30	--	0,10	0,30
3T (160 Ø)	0,35x0,80	CRUCES	0,35	0,80	0,40	--	0,10	0,30
4T (160 Ø)	0,35x0,90	CRUCES	0,35	0,90	0,50	--	0,10	0,30
5T (160 Ø)	0,50x0,80	CRUCES	0,50	0,80	0,40	--	0,10	0,30
6T (160 Ø)	0,50x0,90	CRUCES	0,50	0,90	0,50	--	0,10	0,30
7T (160 Ø)	0,50x1,10	CRUCES	0,50	1,10	0,65	0,05	0,10	0,30
8T (160 Ø)	0,50x1,10	CRUCES	0,50	1,10	0,65	0,05	0,10	0,30
9T (160 Ø)	0,50x1,11	CRUCES	0,50	1,10	0,65	0,05	0,10	0,30
11T (160 Ø)	0,70x1,10	CRUCES	0,70	1,10	0,80	0,3	0,10	0,30
12T (160 Ø)	0,70x1,10	CRUCES	0,70	1,10	0,80	0,3	0,10	0,30
4T (2000)+0T (1600)	0,50x1,00	CRUCES	0,50	1,00	0,70	0,30	0,10	0,30
4T (2000)+2T (1600)	0,50x1,00	CRUCES	0,50	1,00	0,80	0,20	0,10	0,30

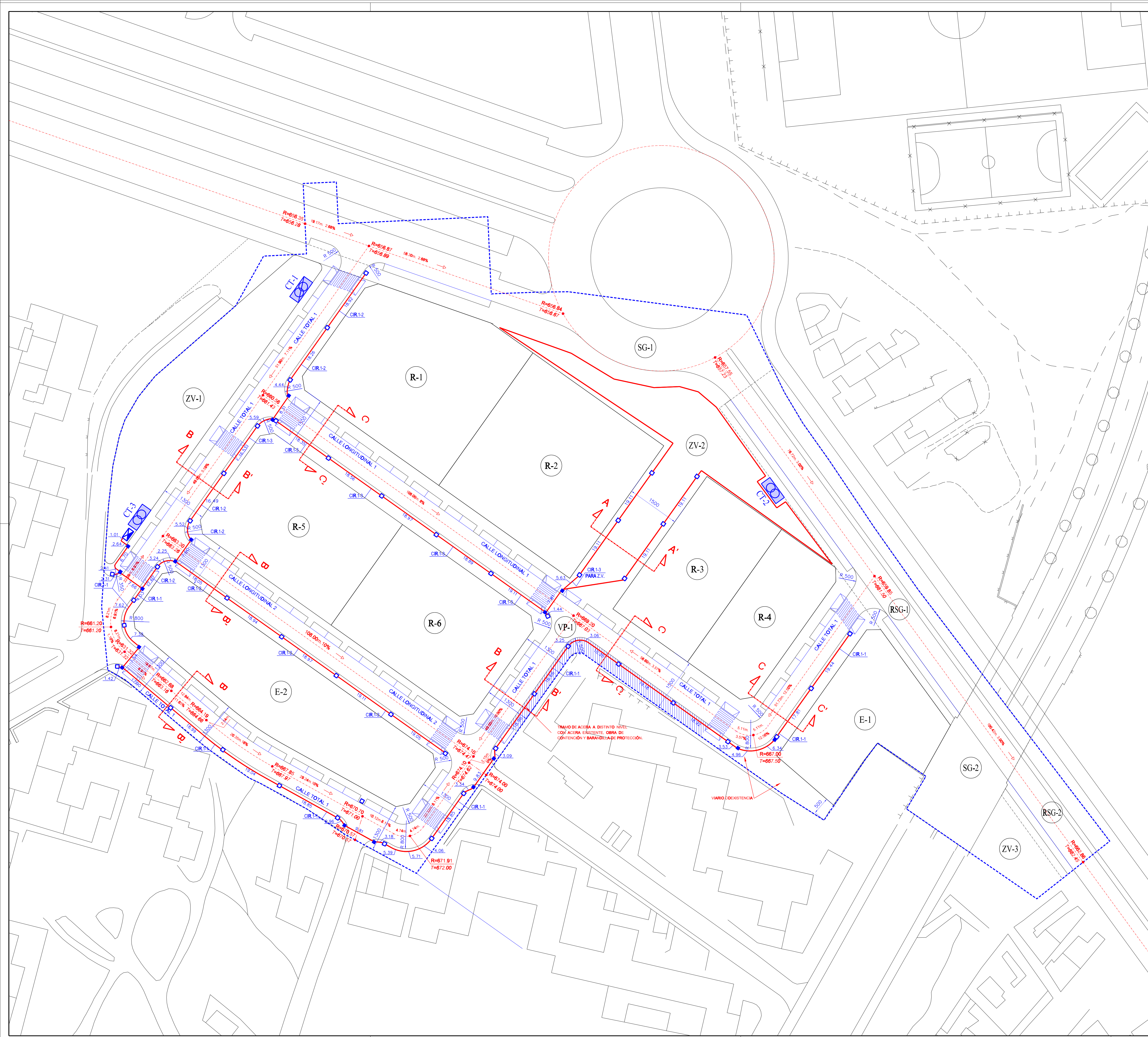
A = ANCHO
H = PROFUNDIDAD
h = ASIENTO
R = RELLENO
P = PAVIMENTO
F = FIRME

El número de conductos están incluidos en los planos de las zanjas anteriores



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID

ESCALA: VARIAS	PLANO: DETALLES DE ZANJAS DE ELECTRIFICACIÓN
FECHA: JUNIO-2010	
	UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD PROYECTO FIN DE CARRERA AUTOR DEL PROYECTO: EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO
	PLANO NÚMERO: 6



LEYENDA

CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

CENTRO DE MANDO

ARQUETA DE PASO Y DERIVACIÓN O TOMA DE TIERRA
(CIMENTACIÓN TIPO C-3 DE HORMIGÓN PARA BÁCULO
DE 8 A 12 m. DE ALTURA)

ARQUETA DE CRUCE DE CALZADA

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y
ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN
"CERRO BELMONTE" - MADRID

ESCALA:
1/500

FECHA:
JUNIO-2010

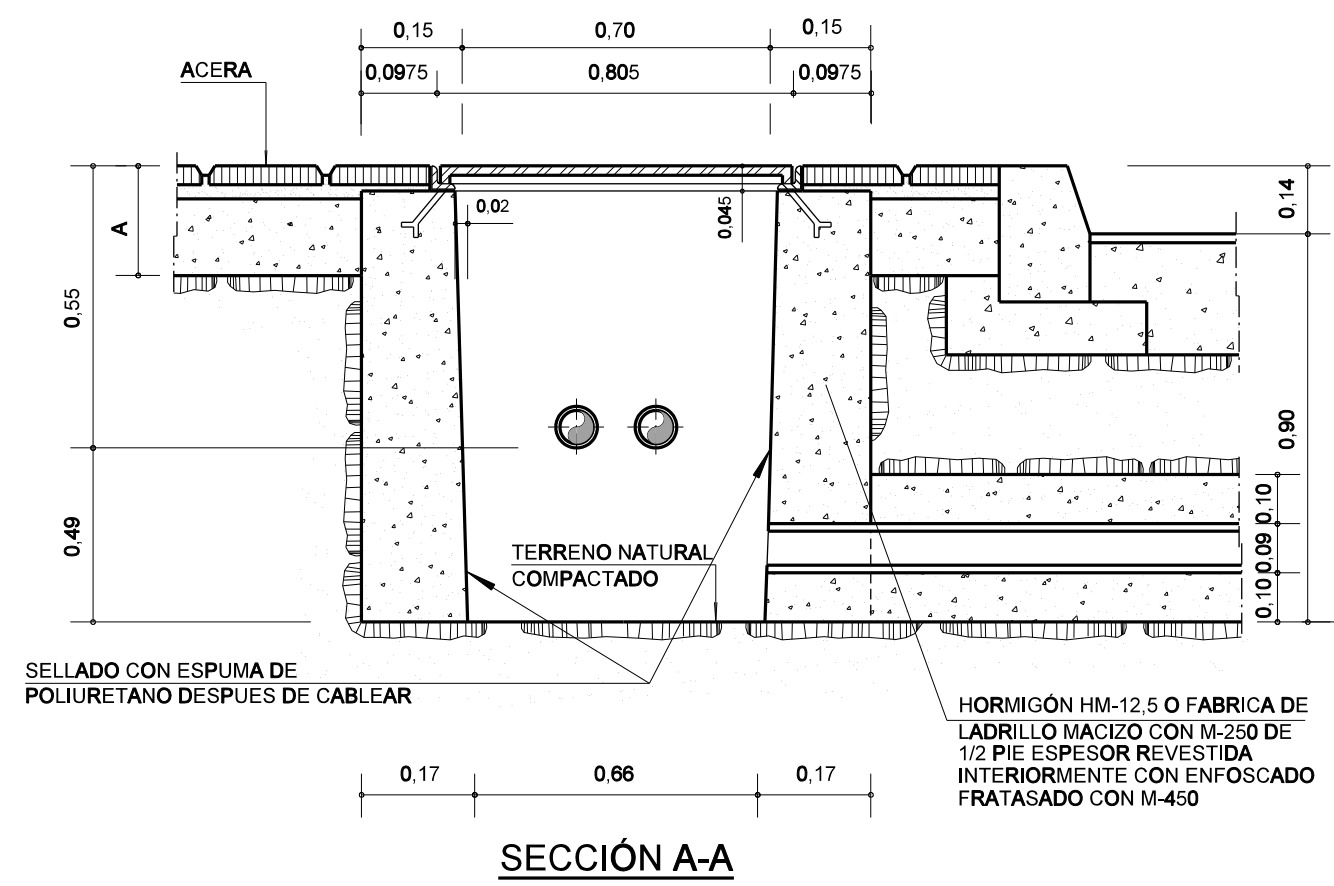
PLANO:

ZANJAS DE
ALUMBRADO

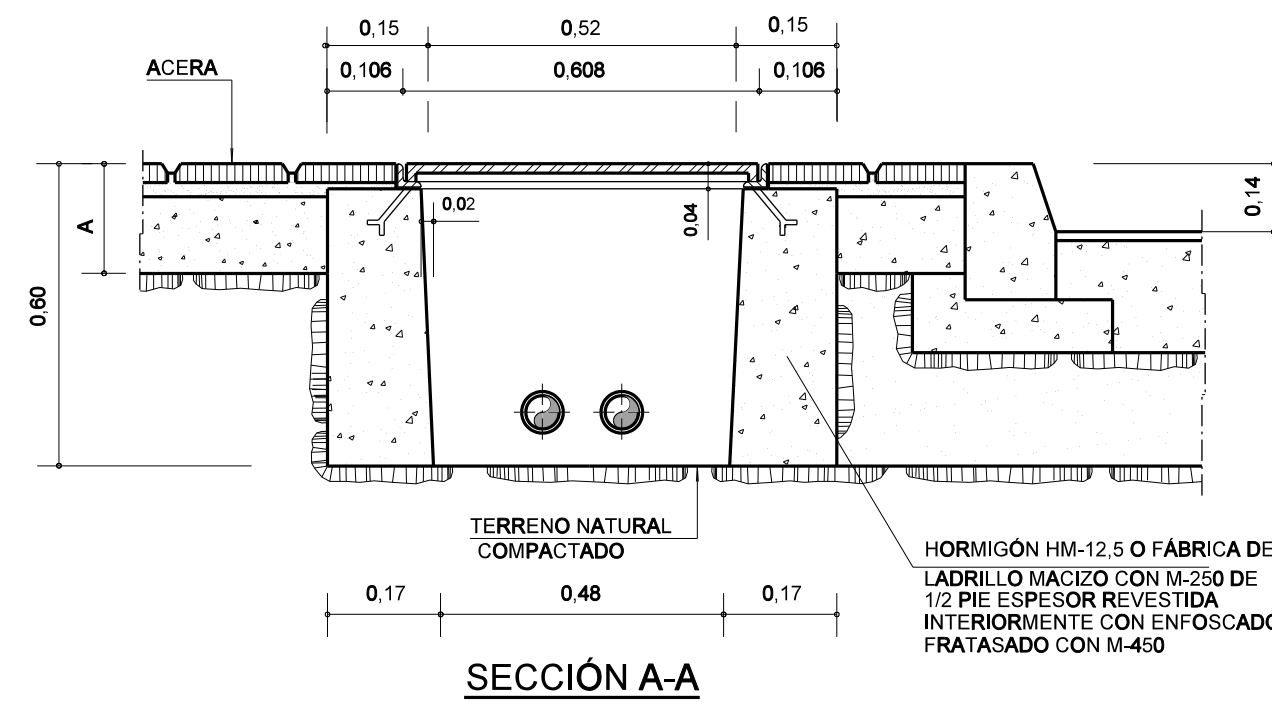
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD
PROYECTO FIN DE CARRERA
AUTOR DEL PROYECTO:
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

PLANO NÚMERO:

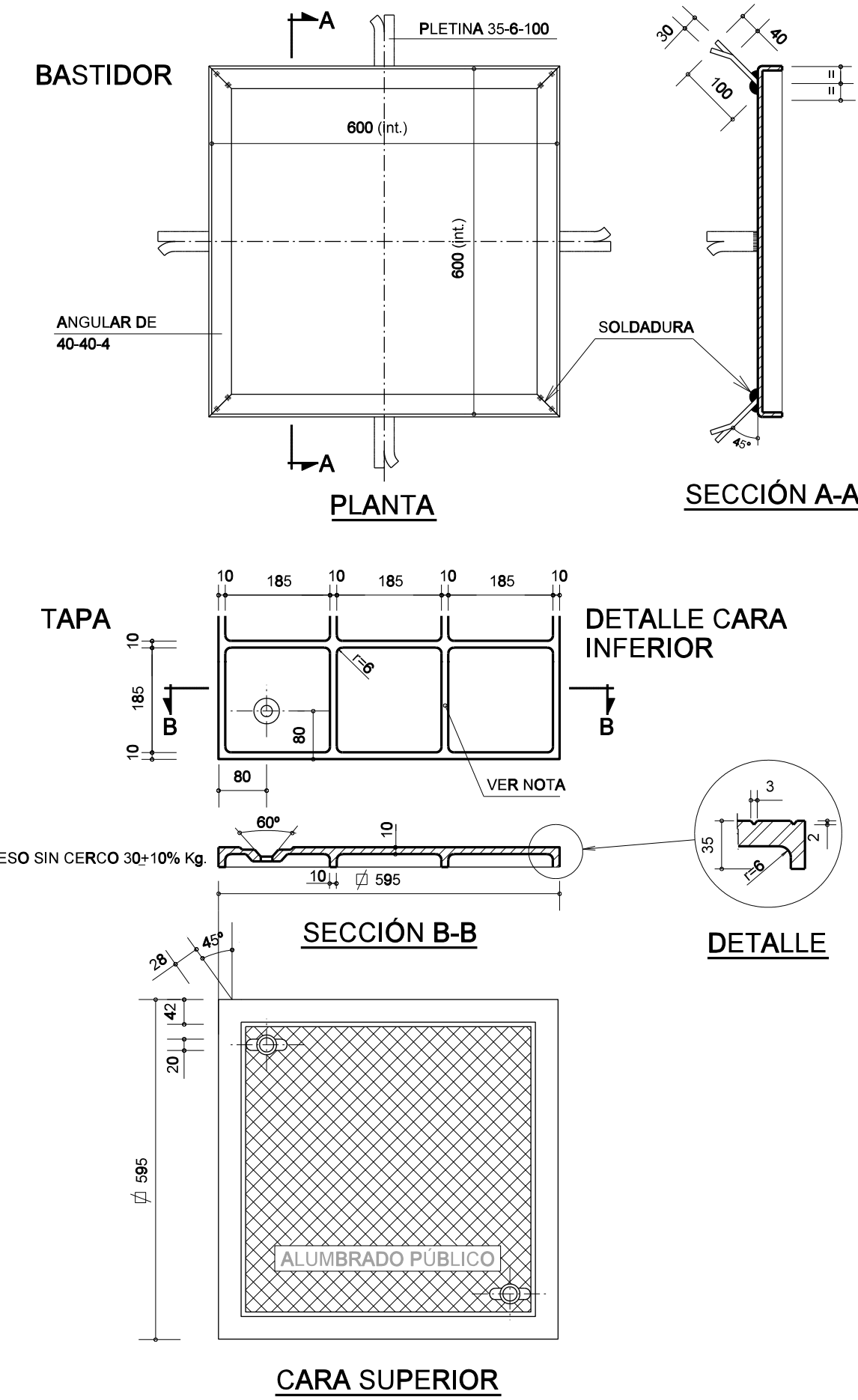
7



ARQUETA TIPO I CON TAPA DE FUNDICIÓN PARA CRUCE DE CALZADA
 ESCALA 1:10
 COTAS EN METROS



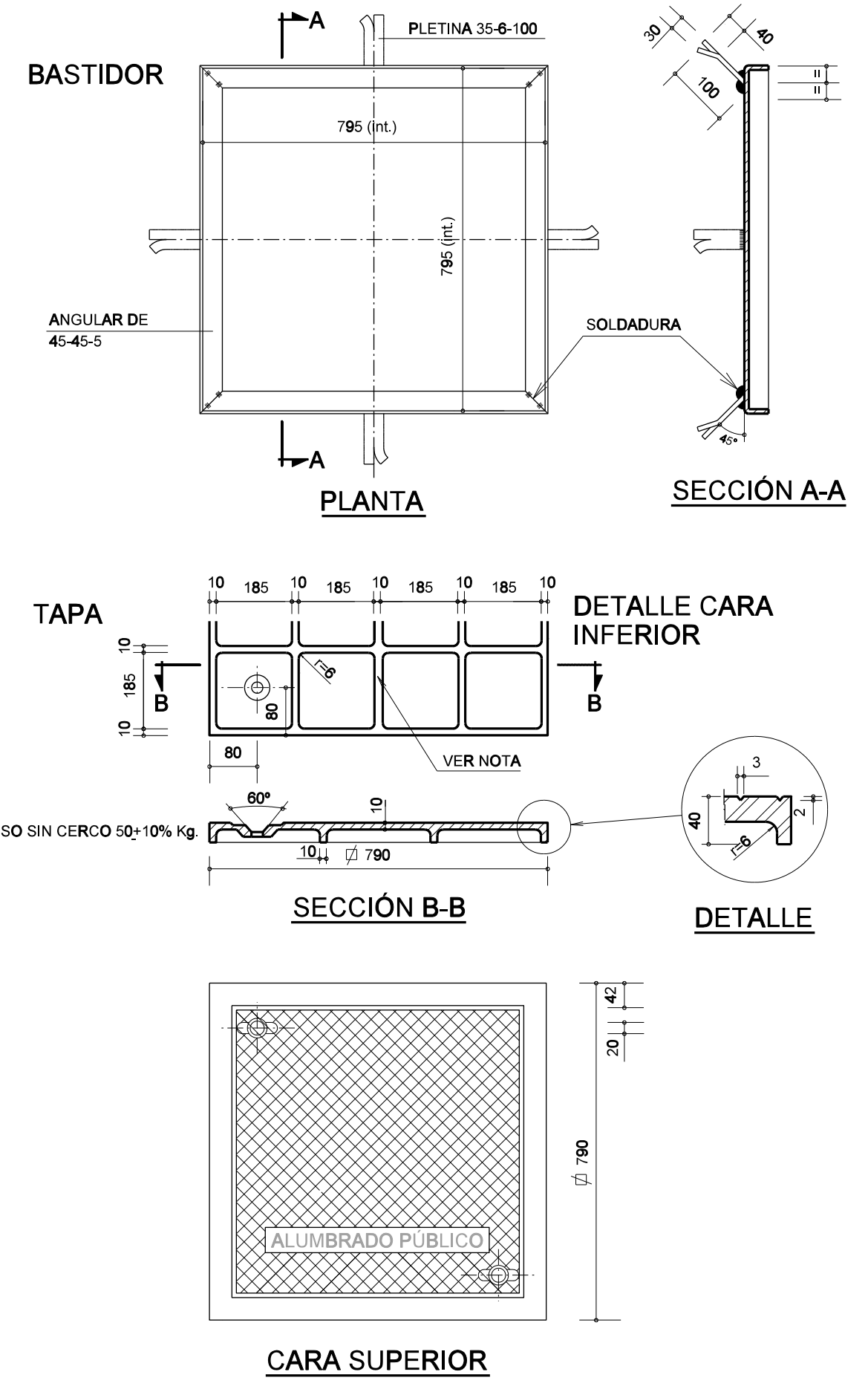
ARQUETAS TIPOS II Y III CON TAPA DE FUNDICIÓN PARA PASO O DERIVACIÓN (TIPO II) Y PARA TOMA DE TIERRA (TIPO III).
 ESCALA 1:10
 COTAS EN METROS



NOTA: LAS DIMENSIONES DE LOS REFUERZOS SON INDICATIVOS. CADA FABRICANTE LOS DEFINIRÁ CONFORME AL P.C.T.G. Y LA NORMATIVA APLICABLE.

MATERIAL TAPA/FUNDICIÓN DUCTIL S/NORMA UNE-EN-124-1995 TIPO B-125 EN ACERAS TIPO C-250 EN CALZADAS SE SUMINISTRARÁN CON UNA IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA EN CALIENTE

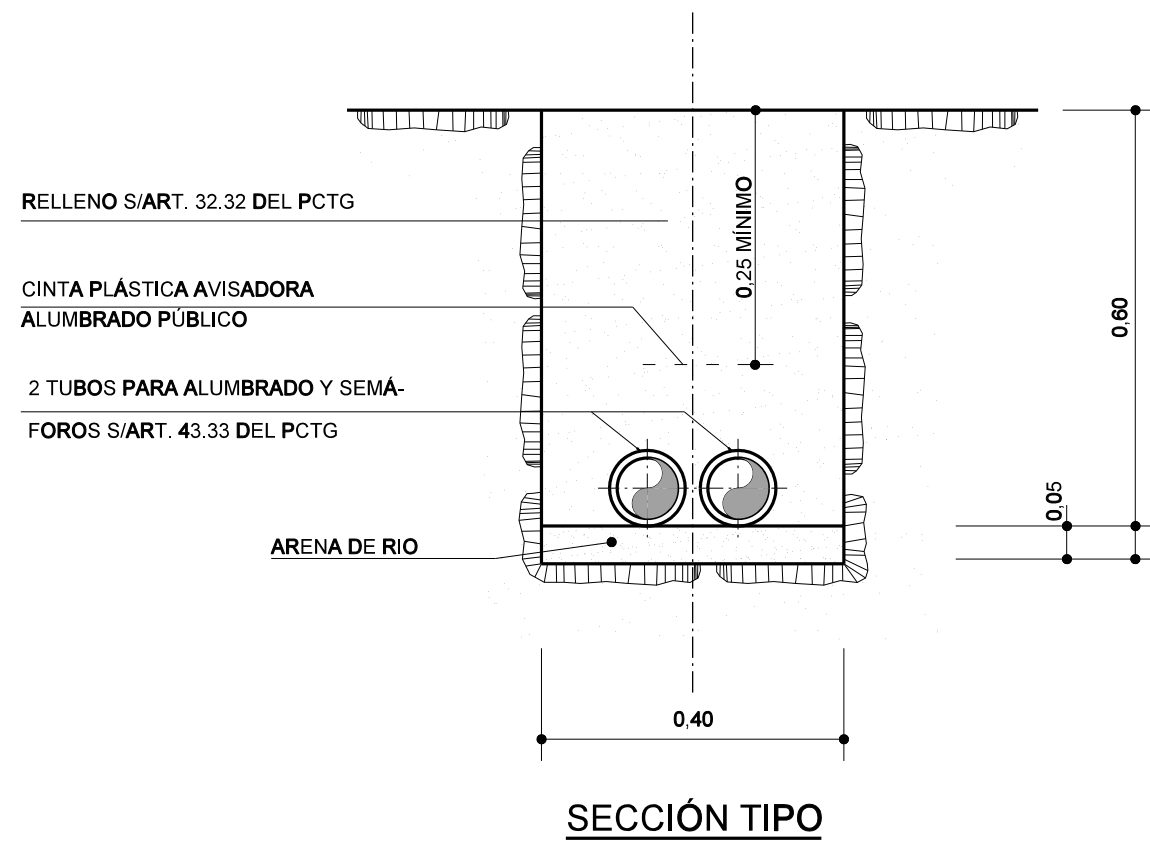
TAPA DE FUNDICIÓN PARA ARQUETAS TIPOS II Y III
 ESCALA 1:10
 COTAS EN MILÍMETROS



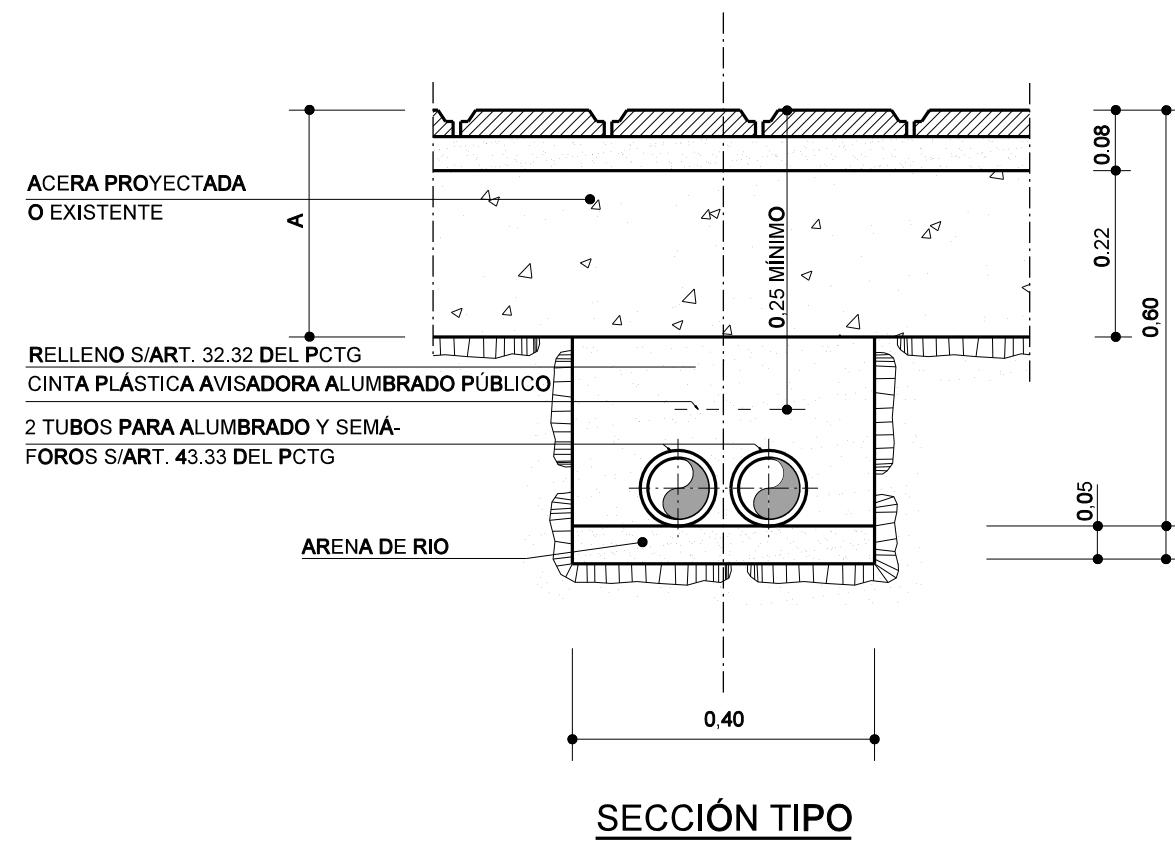
NOTA: LAS DIMENSIONES DE LOS REFUERZOS SON INDICATIVOS. CADA FABRICANTE LOS DEFINIRÁ CONFORME AL P.C.T.G. Y LA NORMATIVA APLICABLE.

MATERIAL TAPA/FUNDICIÓN DUCTIL S/NORMA UNE-EN-124-1995 TIPO B-125 EN ACERAS TIPO C-250 EN CALZADAS SE SUMINISTRARÁN CON UNA IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA EN CALIENTE

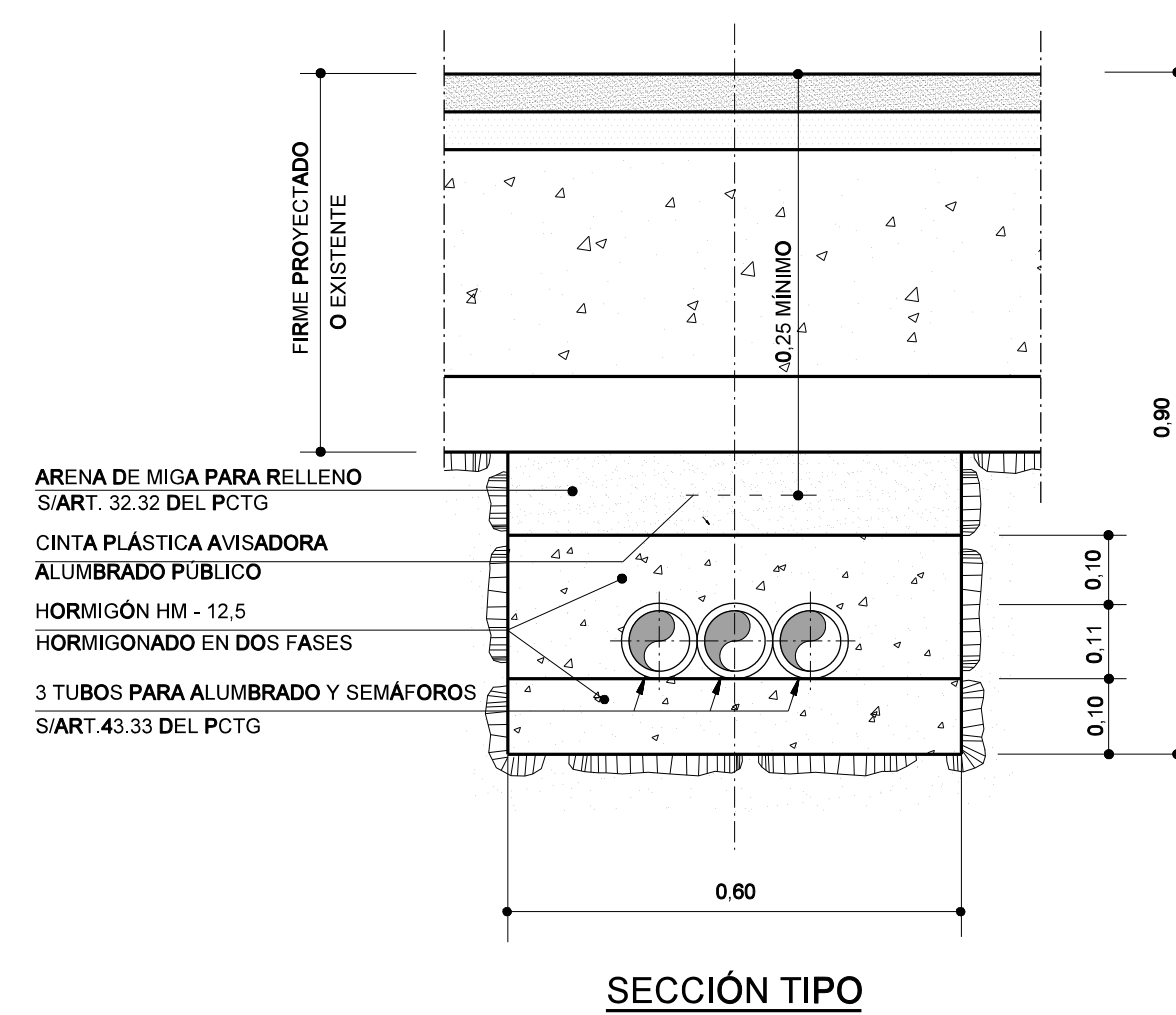
TAPA DE FUNDICIÓN PARA ARQUETA TIPO I
 ESCALA 1:10
 COTAS EN MILÍMETROS



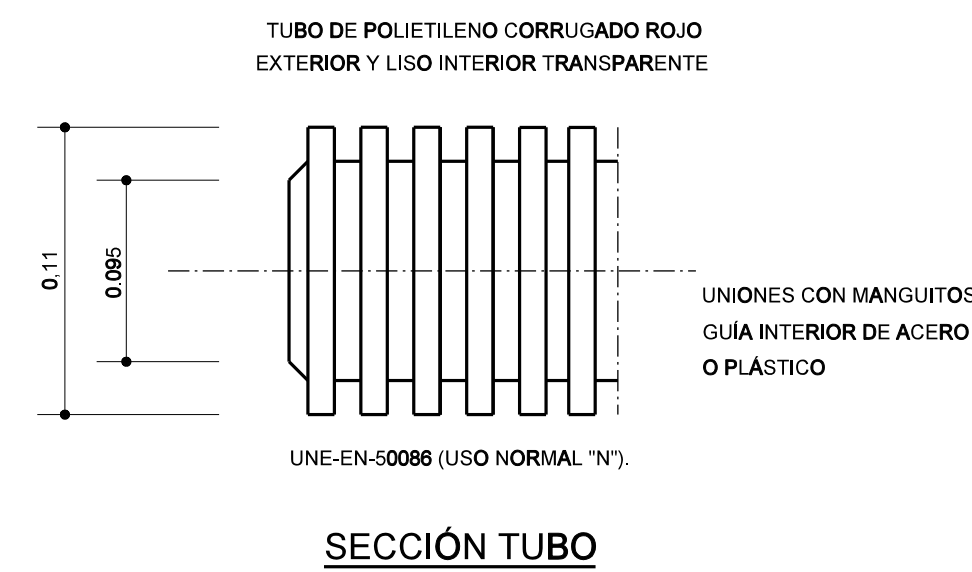
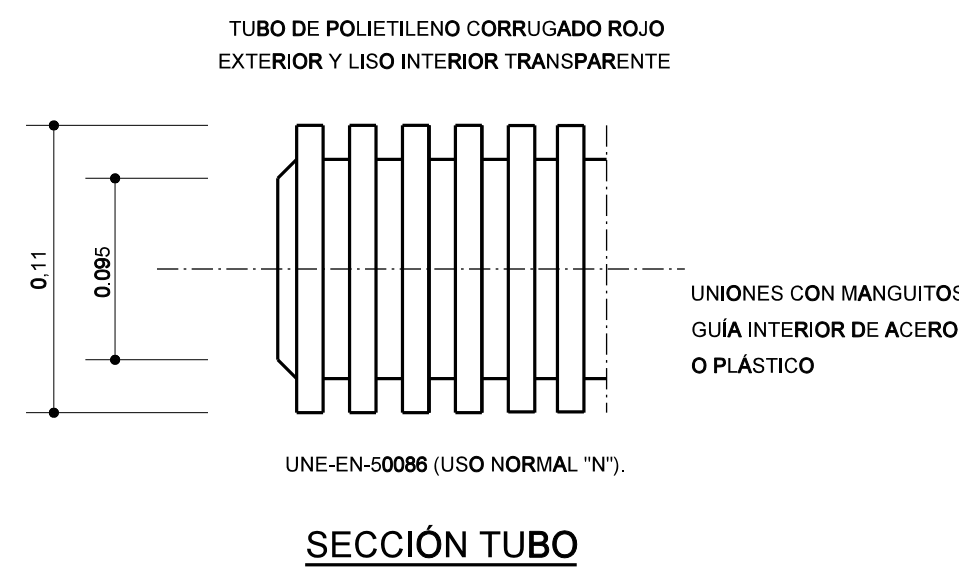
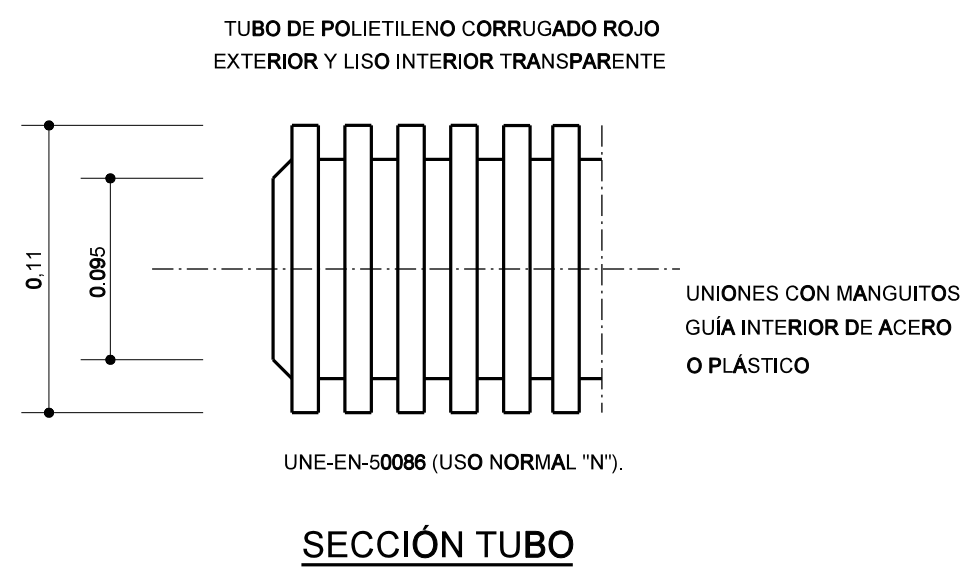
CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA. ACERAS EN TIERRA
 ESCALA 1:10
 COTAS EN METROS



CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA. ACERAS PAVIMENTADAS
 ESCALA 1:10
 COTAS EN METROS



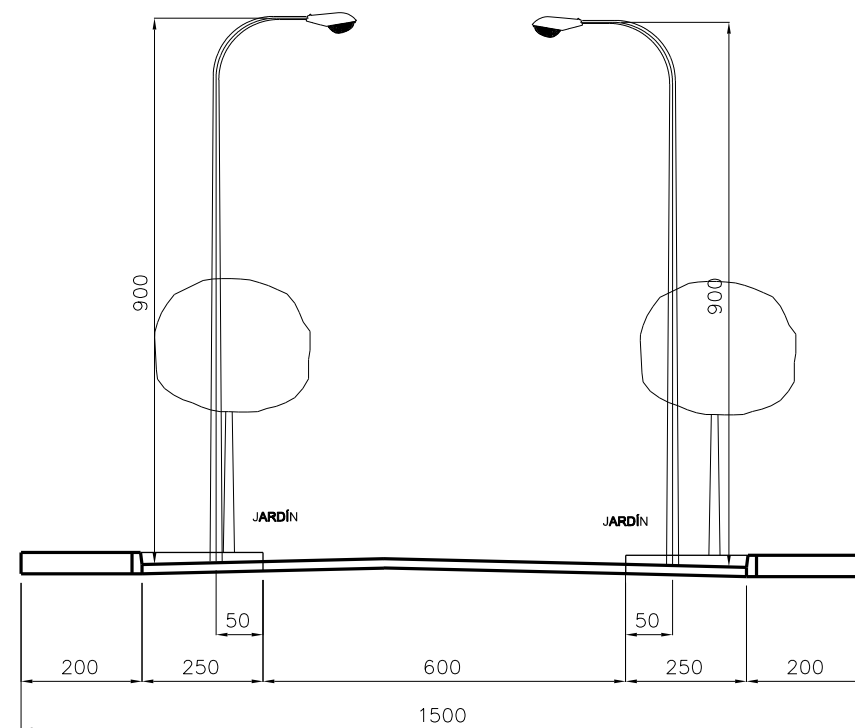
CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA. CRUCE DE CALZADAS
 ESCALA 1:10
 COTAS EN METROS



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID			
ESCALA:	VARIAS	PLANO:	DETALLES DE ZANJAS DE ALUMBRADO
FECHA:	JUNIO-2010	AUTOR DEL PROYECTO:	EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD PROYECTO FIN DE CARRERA		PLANO NÚMERO:	8

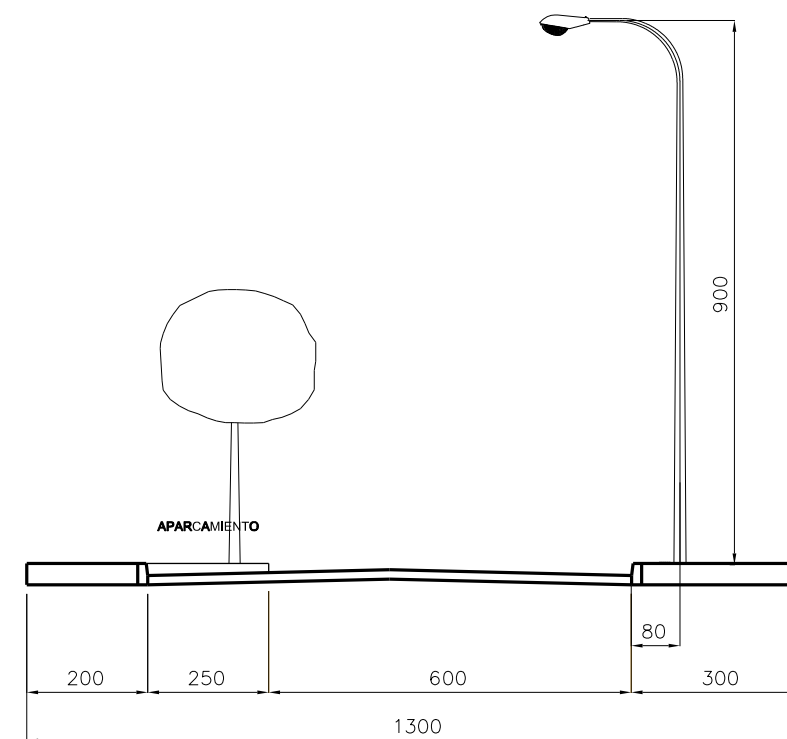
SECCIONES TIPO DE VIARIOS

ESCALA 1:125
COTAS EN CENTÍMETROS

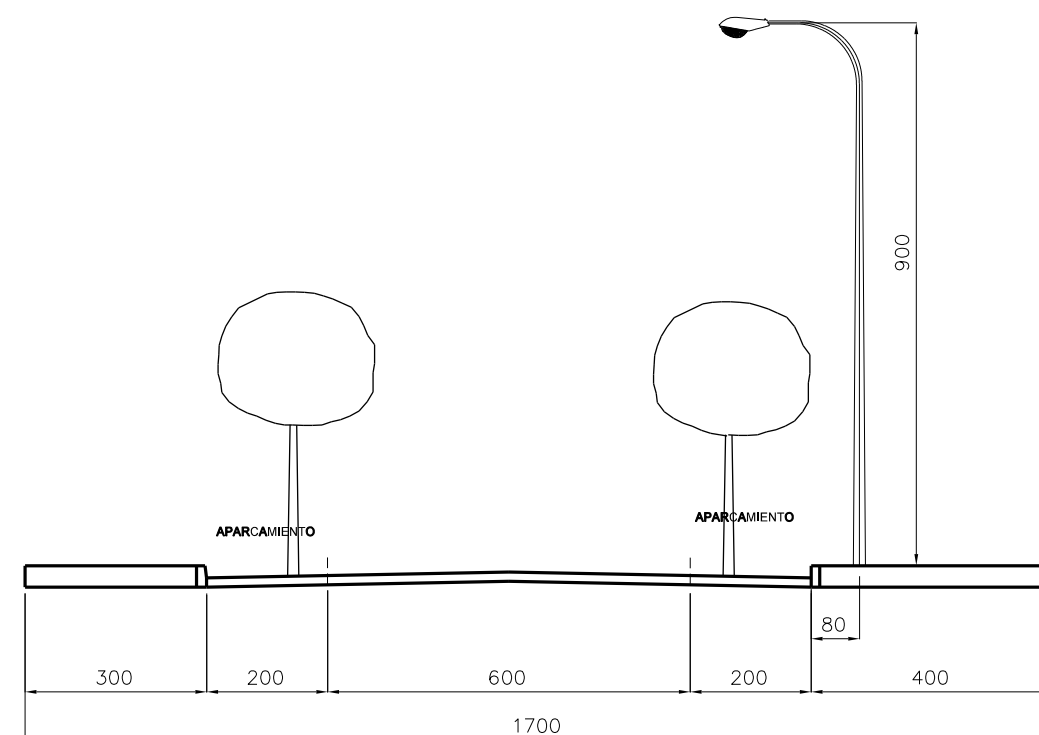


SECCION A-A'
DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS AL TRESBOLILLO

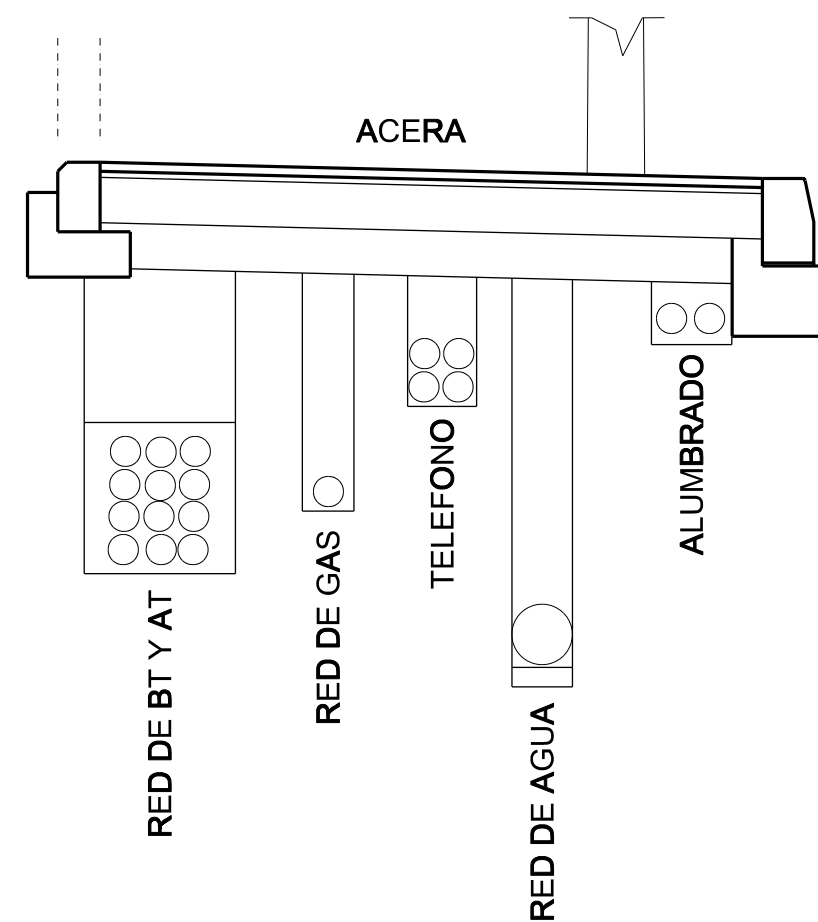
ESCALA 1:125
COTAS EN CENTÍMETROS



SECCION B-B'
DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS UNILATERAL



SECCION C-C'
DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS UNILATERAL

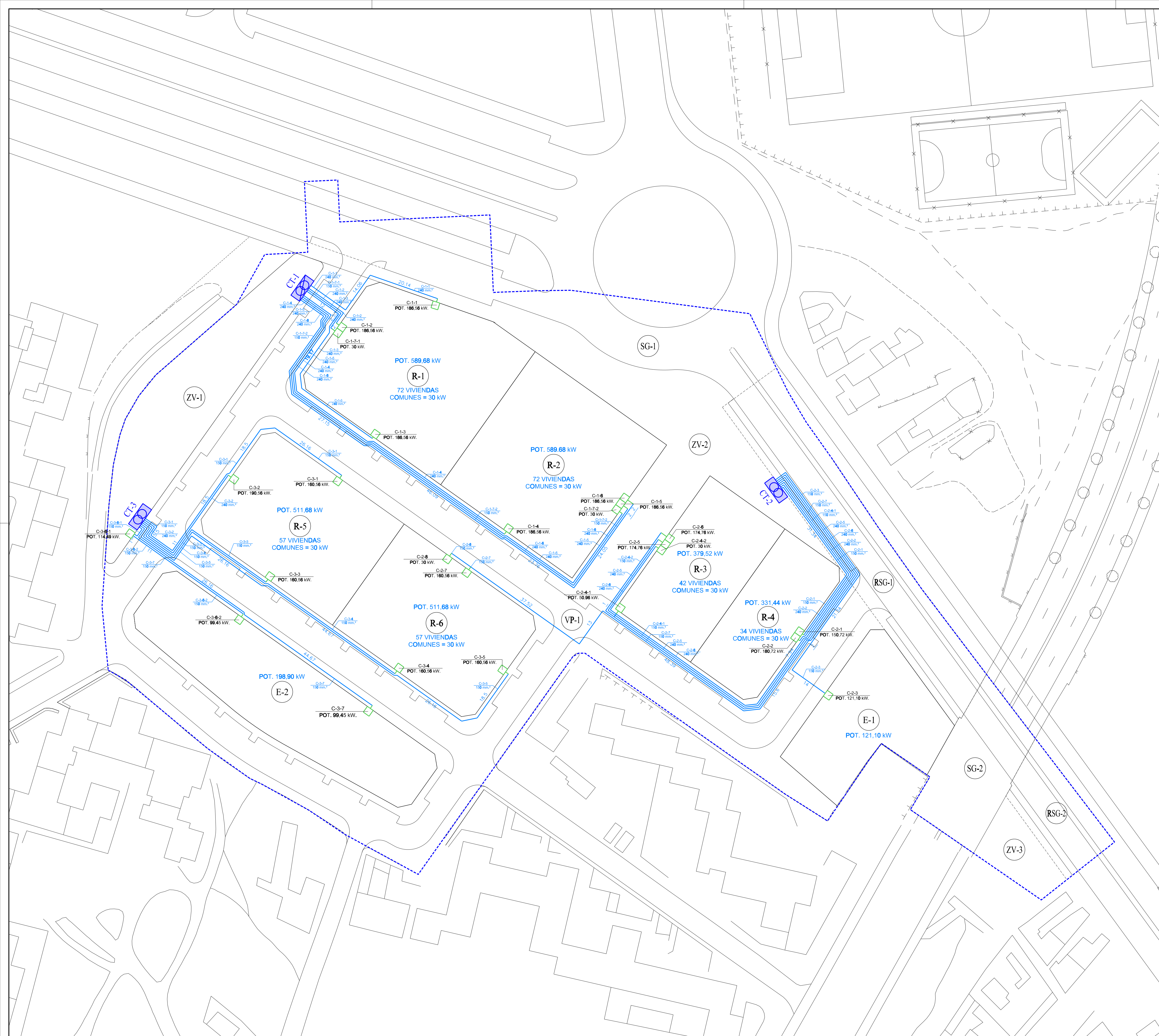


SECCIÓN TIPO SITUACIÓN DE SERVICIOS

ESCALA 1:50

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID

ESCALA : VARIAS	SECCIONES TIPO Y SITUACIÓN DE SERVICIOS	
FECHA : JUNIO-2010		
	UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD PROYECTO FIN DE CARRERA	PLANO NÚMERO :
	AUTOR DEL PROYECTO: EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO	9



LEYENDA

CT-2

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, 2 TRAFOS DE 400 kVA

CT-1

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, 1 TRAFOS DE 630 kVA
1 TRAFOS DE 400 kVA

C-1-1

CIRCUITO DE BT.-CONDUCTOR TIPO CV DE AI:
150 mm.² 3x150 mm.²+1x95 mm.²:
240 mm.² 3x240 mm.²+1x150 mm.²:

C-2-1

NÚMERO DE CIRCUITO DE BT.
POT. 150,72 kW.

PUNTO DE ACOMETIDA

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID

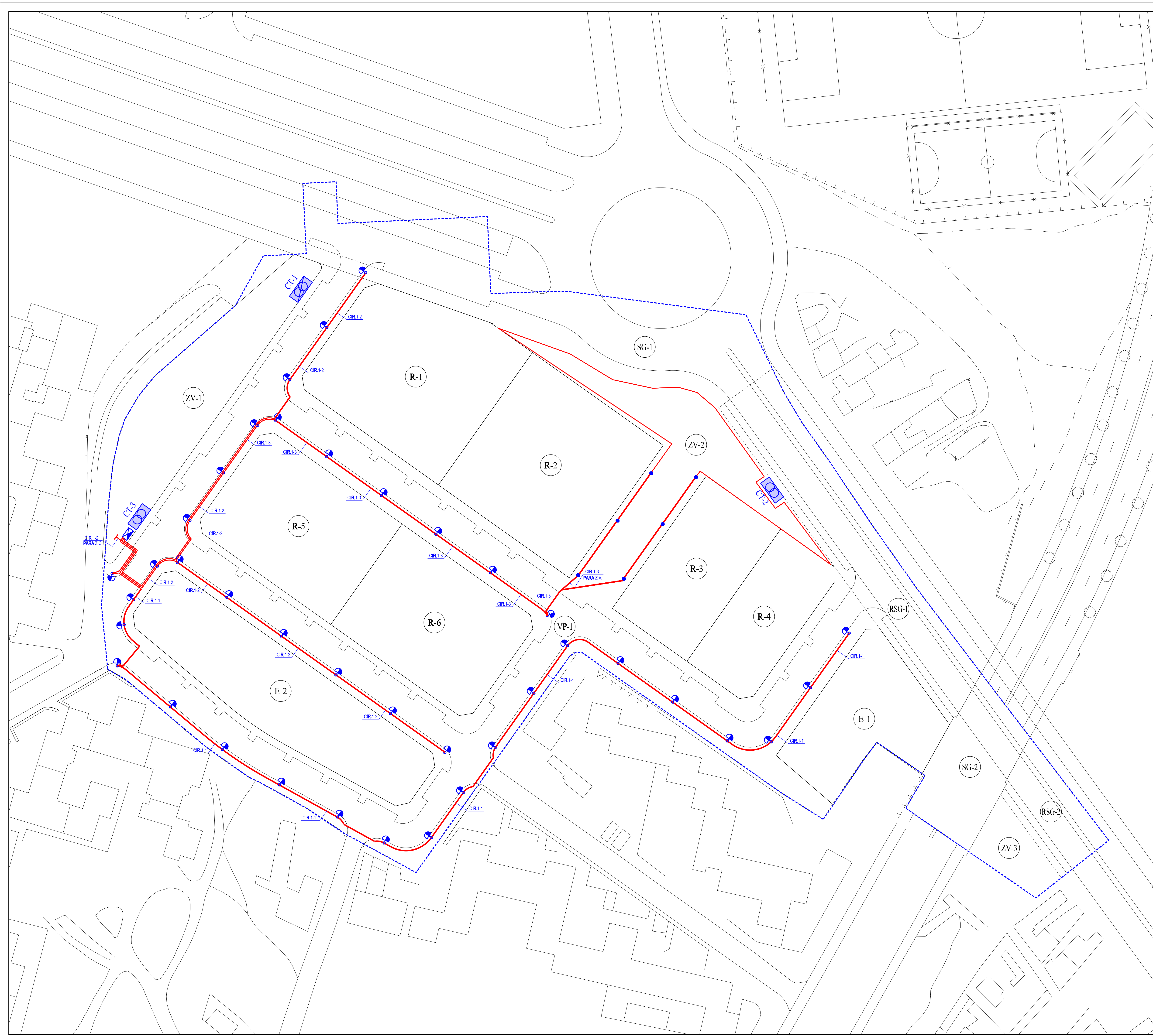
ESCALA:
1/500

FECHA:
JUNIO-2010

PLANO:
CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD
PROYECTO FIN DE CARRERA
AUTOR DEL PROYECTO:
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

PLANO NÚMERO:
10



LEYENDA

LÍMITE DEL ÁMBITO DE LA URBANIZACIÓN

LUMINARIA PHILIPS TRAFFIC VISION SGS306 OM PE P5X 150 W
CON BÁCULO DE 9 m

LUMINARIA PHILIPS URBANA GPS 302 PCO-D500 150 W
CON COLUMNA DE 9 m.

RED DE ALUMBRADO. CABLE UNIPOLAR DE Cu. DE 0,6/1 kV PARA FASES
Y 750 V C/ VERDE-AMARILLO PARA TIERRA. 4(1x16mm.²)+T(16mm.²)

CENTRO DE MANDO

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y
ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN
"CERRO BELMONTE" - MADRID

ESCALA:
1/500

FECHA:
JUNIO-2010

PLANO:

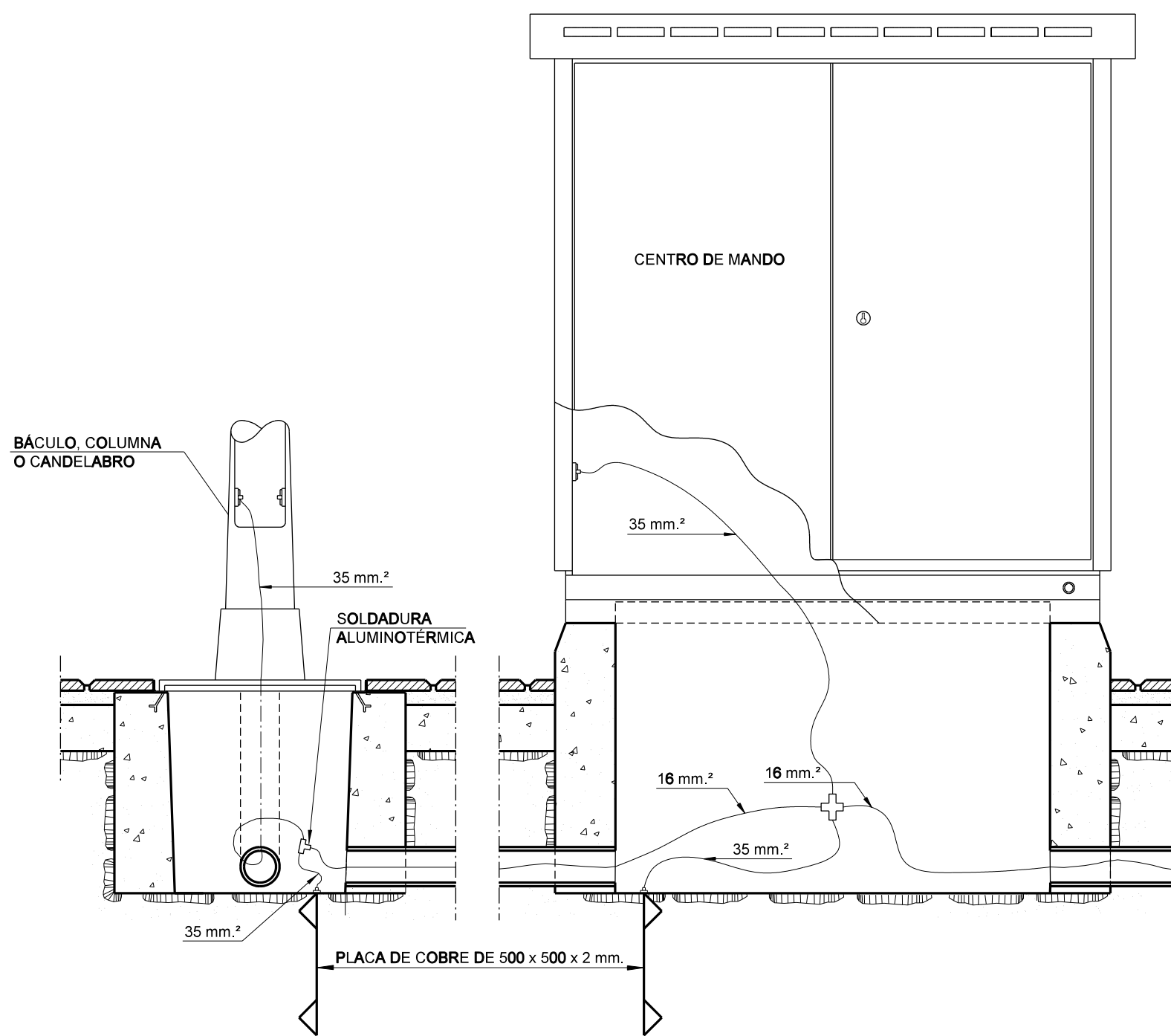
IMPLANTACIÓN DE
ALUMBRADO

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD
PROYECTO FIN DE CARRERA

AUTOR DEL PROYECTO:
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

PLANO NÚMERO:

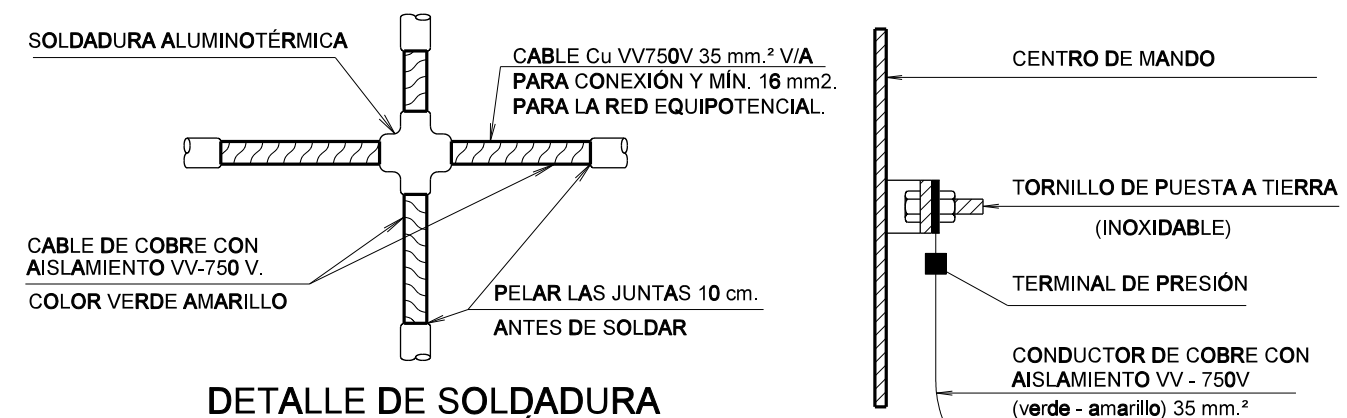
11



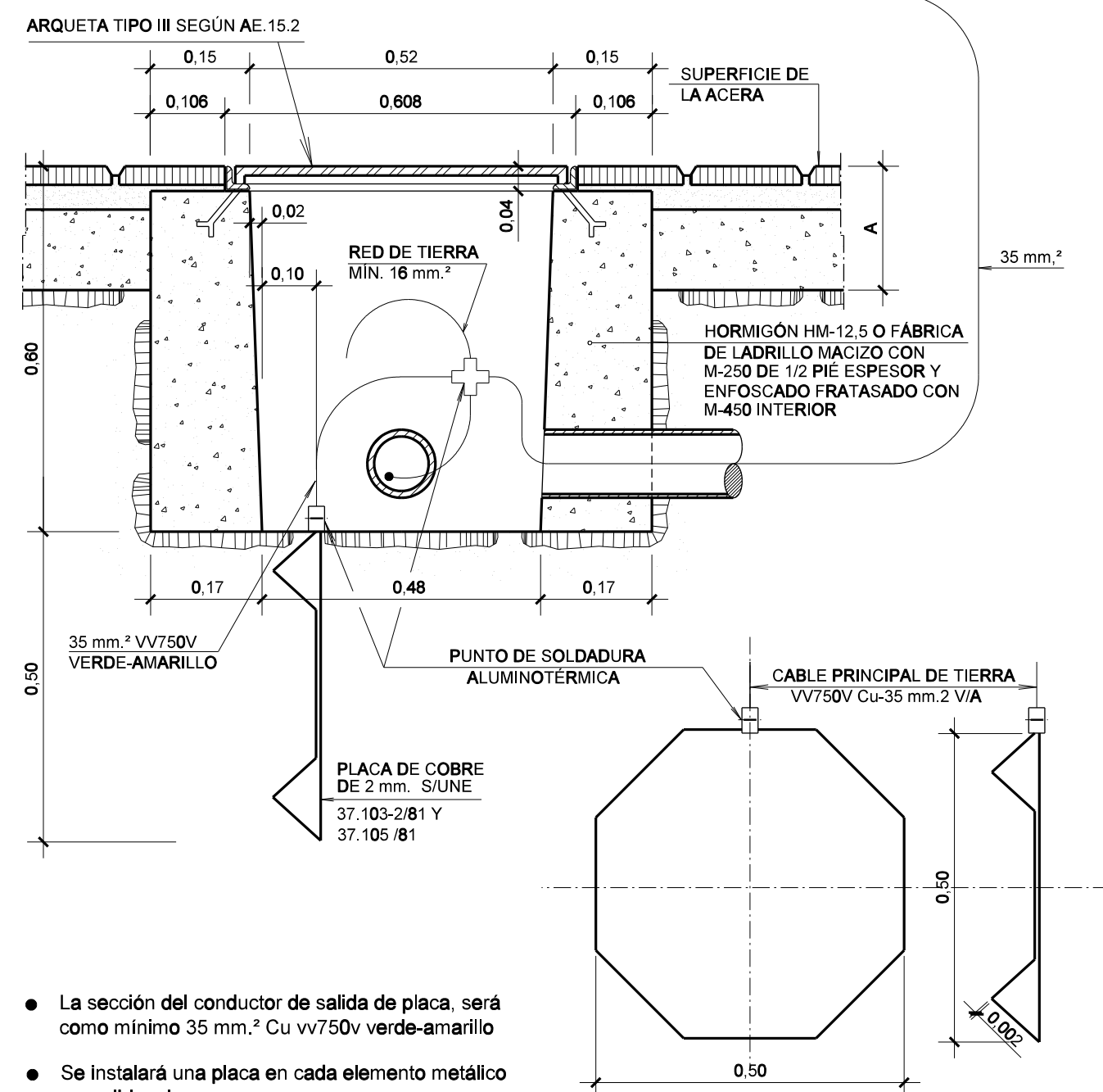
CONDUCTOR: VERDE AMARILLO, AISLAMIENTO 750 v.
SECCIONES: UNIÓN ENTRE BACULO, COLUMNA, CANDELABRO, ARMARIO Y TUBOS METÁLICOS
CON SU CORRESPONDIENTE PLACA O PICA. SERÁ SIEMPRE DE 35 mm.².
EL DE LA RED EQUIPOTENCIAL IGUAL O SUPERIOR A 16mm.² (Art. 43.33.5)

INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

ESCALA 1:15



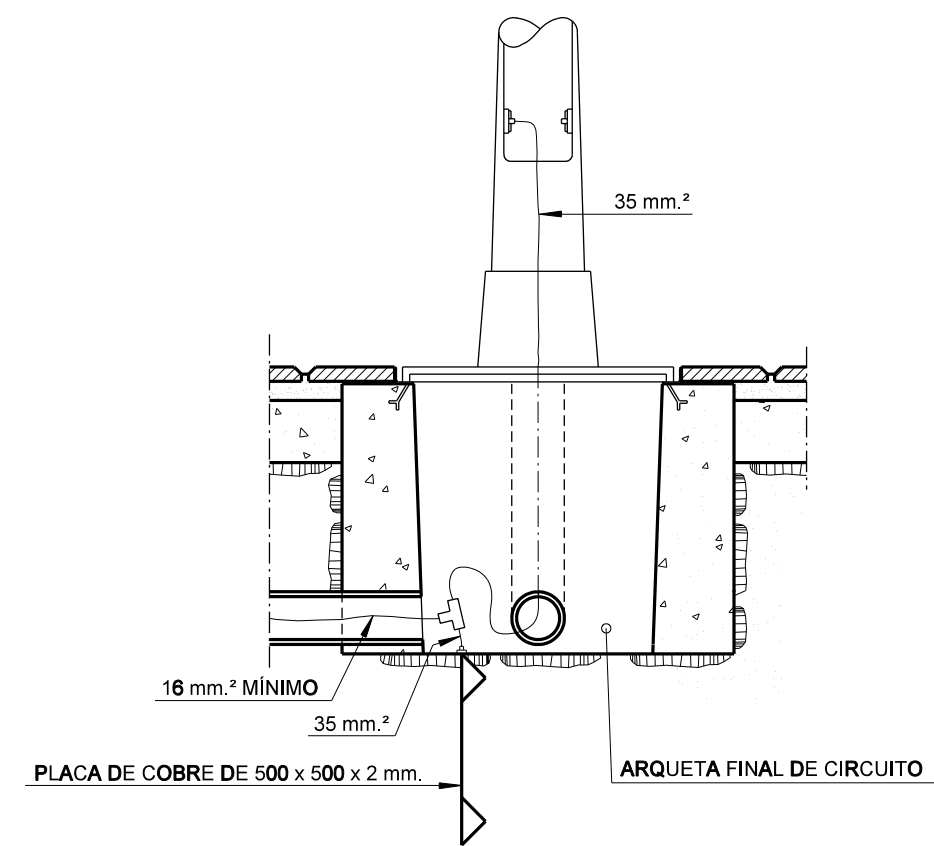
DETALLE DE SOLDADURA DE DERIVACIÓN



- La sección del conductor de salida de placa, será como mínimo 35 mm.² Cu vv750v verde-amarillo
- Se instalará una placa en cada elemento metálico accesible a las personas.
- La resistencia máxima del sistema será igual o inferior a 10 OHMIOS.

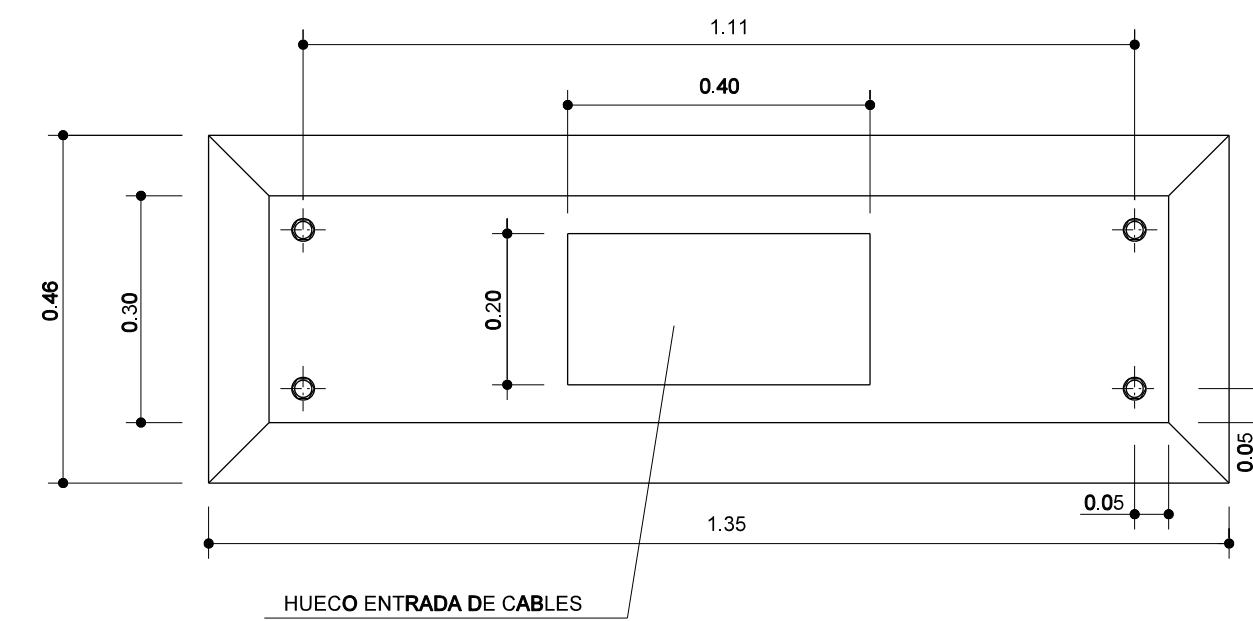
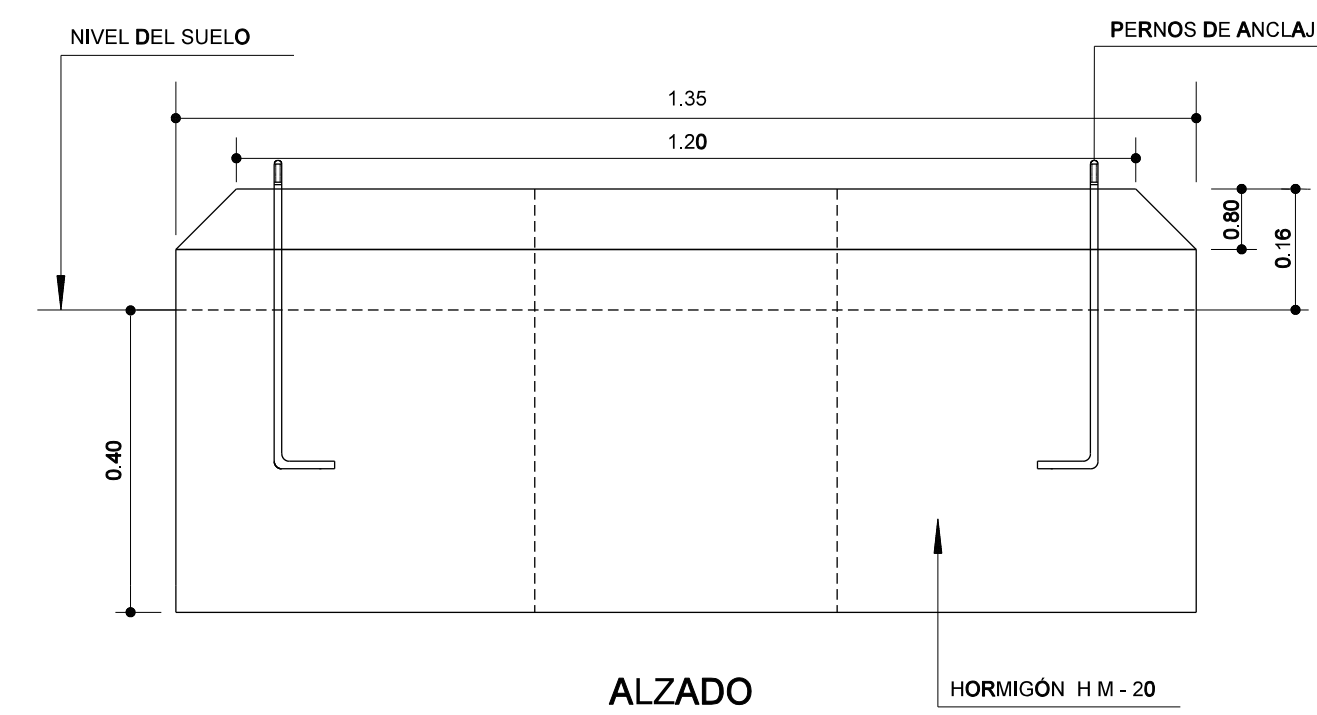
PLACA PARA TOMA DE TIERRA. DETALLE

ESCALA 1:10
COTAS EN METROS



PLACA DE COBRE DE 500 x 500 x 2 mm.

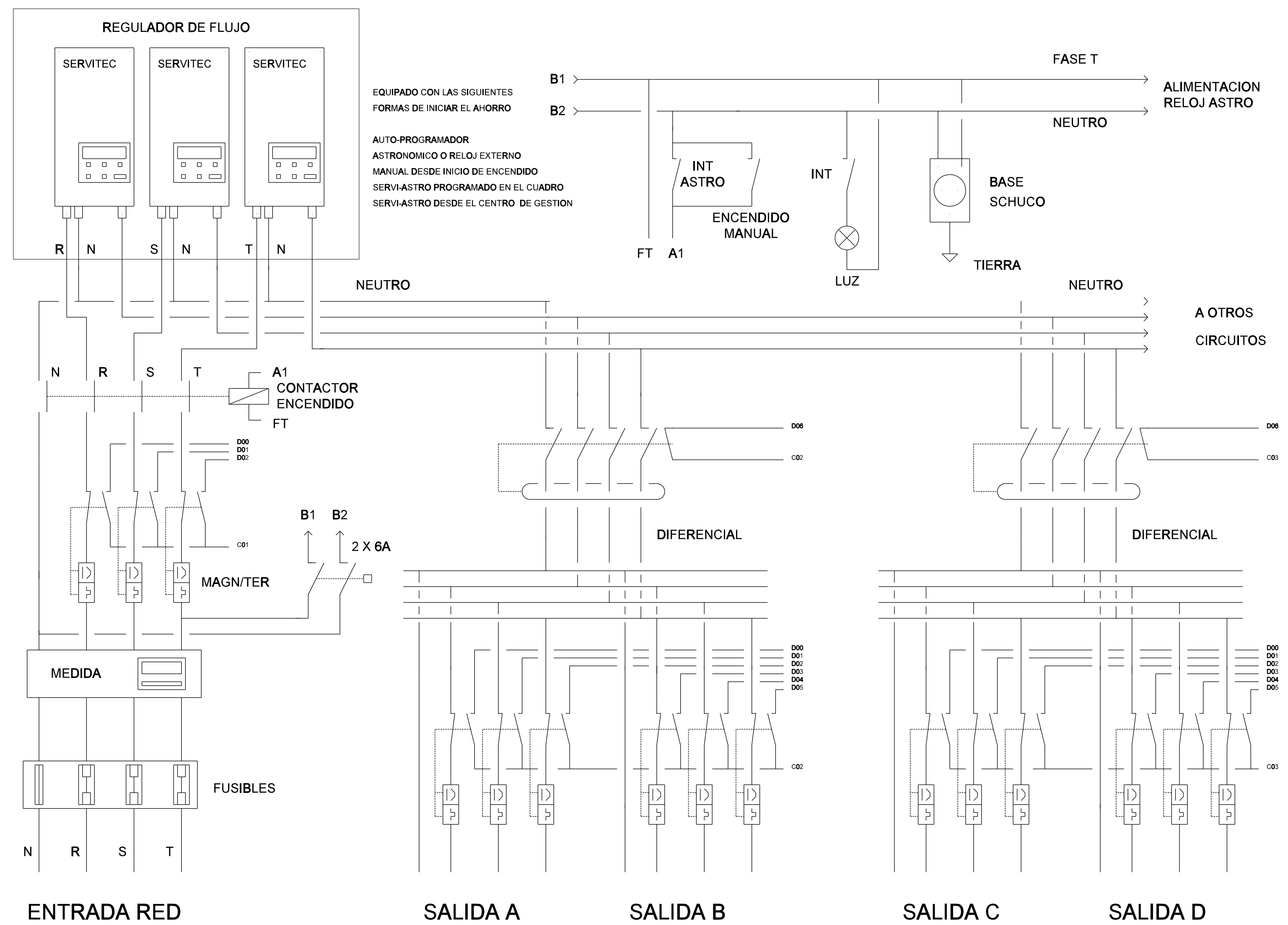
ARQUETA FINAL DE CIRCUITO



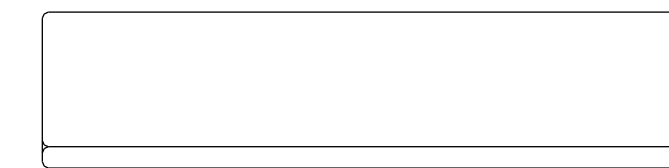
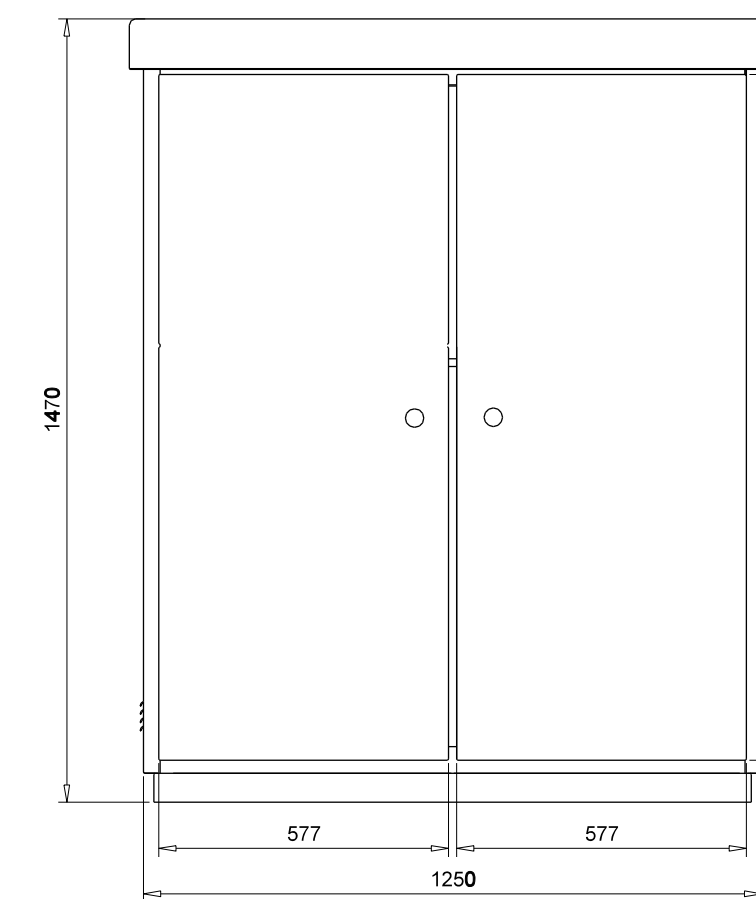
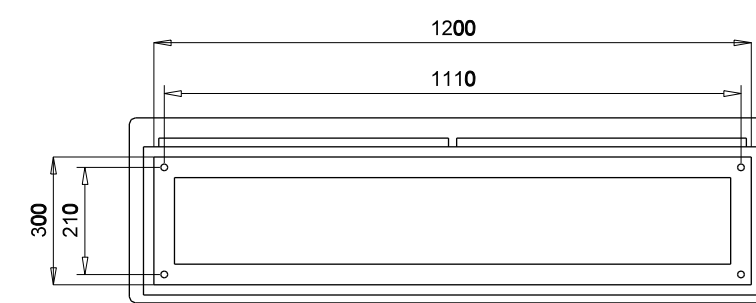
NOTA:
PEROS DE ANCLAJE: COMO EN LA COLUMNA DE 4m. (AE.18).

CENTRO DE MANDO. CIMENTACIÓN

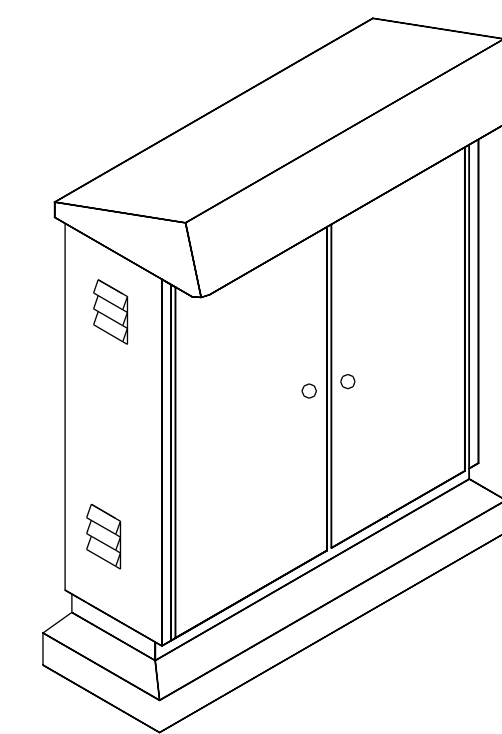
ESCALA 1:15
COTAS EN METROS



CENTRO DE MANDO. ESQUEMA ELECTRICO



MATERIAL: DECAPADO 3 mm.
ACABADO: GALVANIZADO EN CALIENTE



PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID

ESCALA:
VARIAS
FECHA:
JUNIO-2010

PLANO:
CENTRO DE MANDO

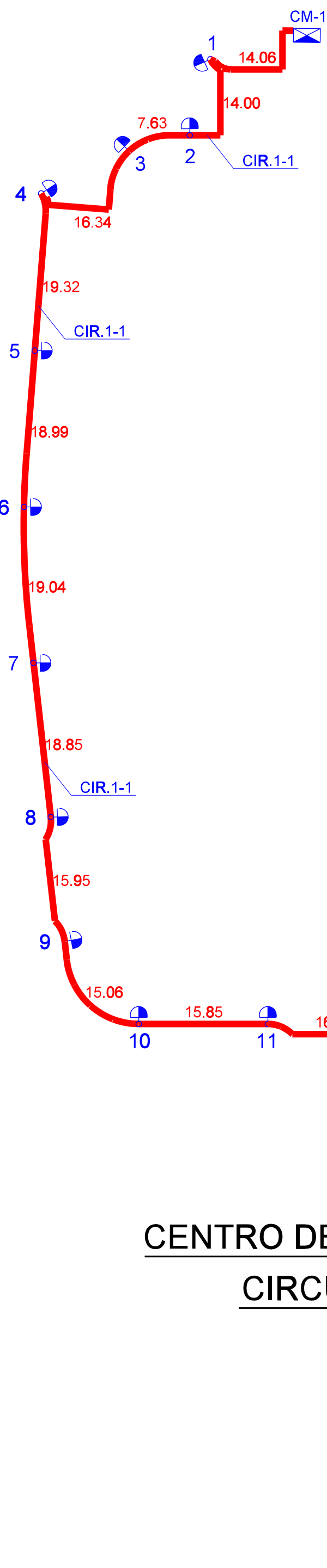


UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD
PROYECTO FIN DE CARRERA

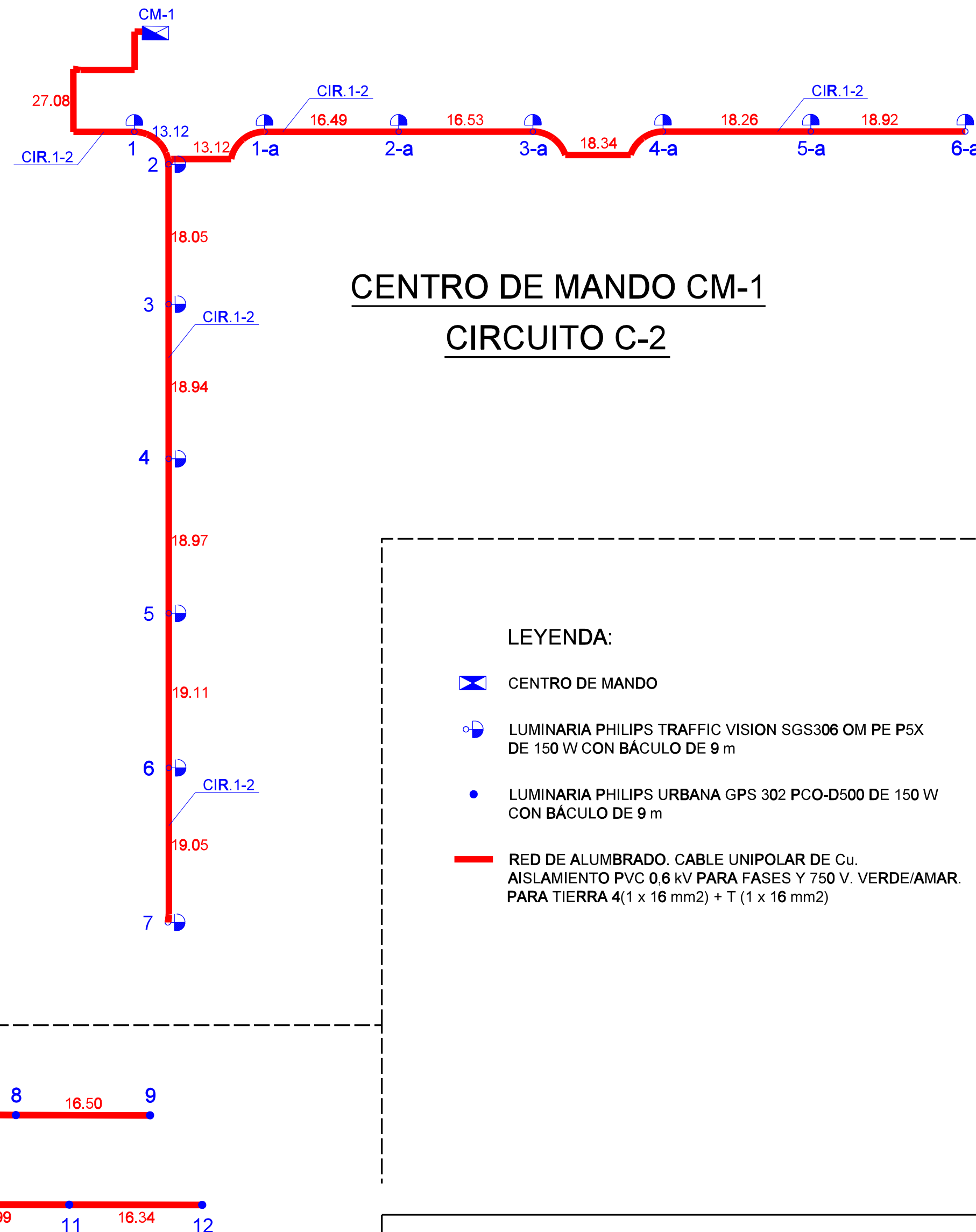
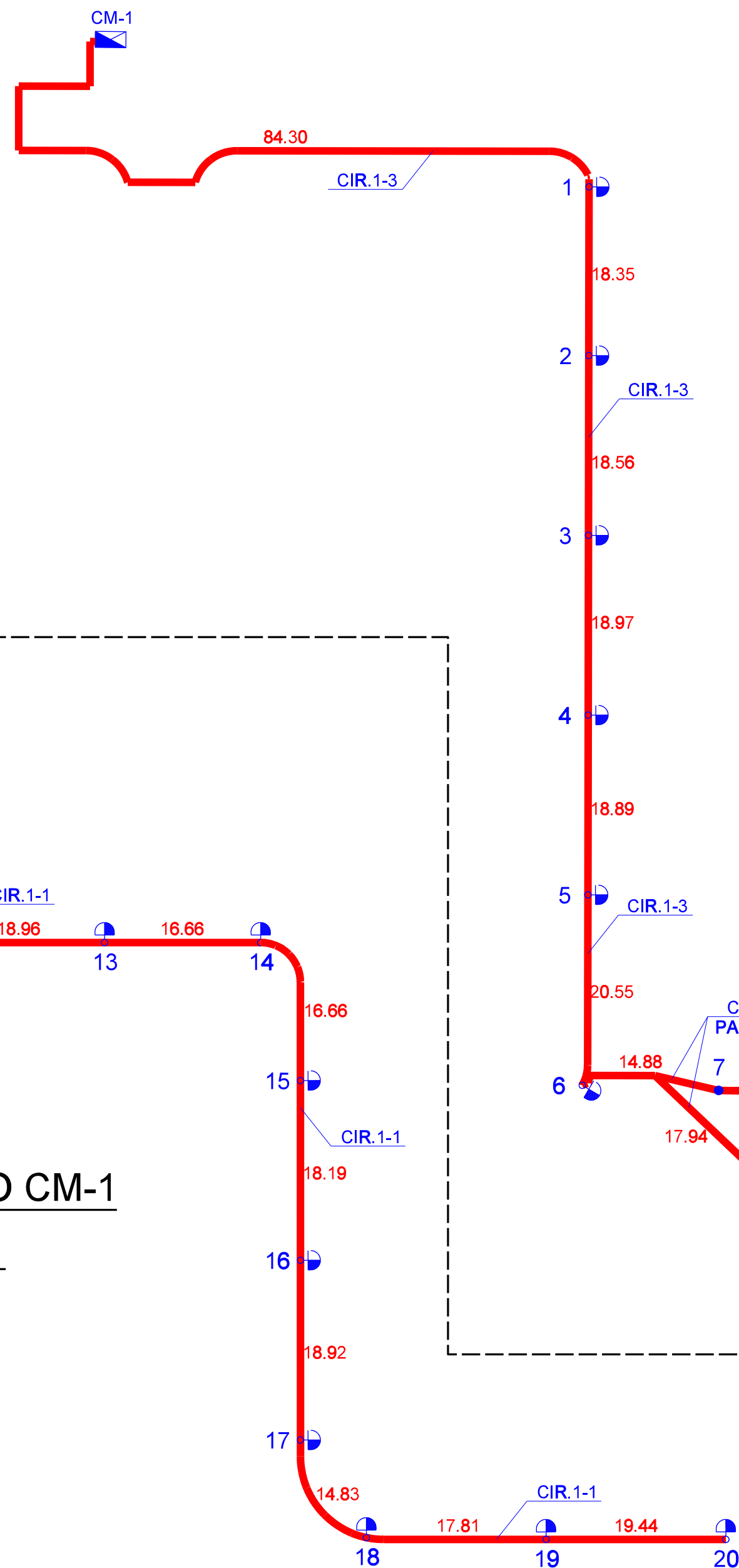
AUTOR DEL PROYECTO:
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

PLANO NÚMERO:





12



CENTRO DE MANDO CM-1 CIRCUITO C-3



LEYENDA:

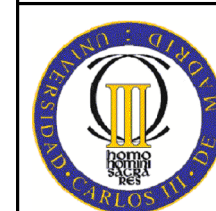
-  CENTRO DE MANDO
-  LUMINARIA PHILIPS TRAFFIC VISION SGS306 OM PE P5X DE 150 W CON BÁCULO DE 9 m
-  LUMINARIA PHILIPS URBANA GPS 302 PCO-D500 DE 150 W CON BÁCULO DE 9 m
-  RED DE ALUMBRADO. CABLE UNIPOLAR DE Cu. AISLAMIENTO PVC 0,6 kV PARA FASES Y 750 V. VERDE/AMAR. PARA TIERRA 4(1 x 16 mm2) + T (1 x 16 mm2)

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID

ESCALA :
1/500

FECHA :
JUNIO-2010

PLANO :
**CIRCUITOS DE
ALUMBRADO 1, 2 Y 3**

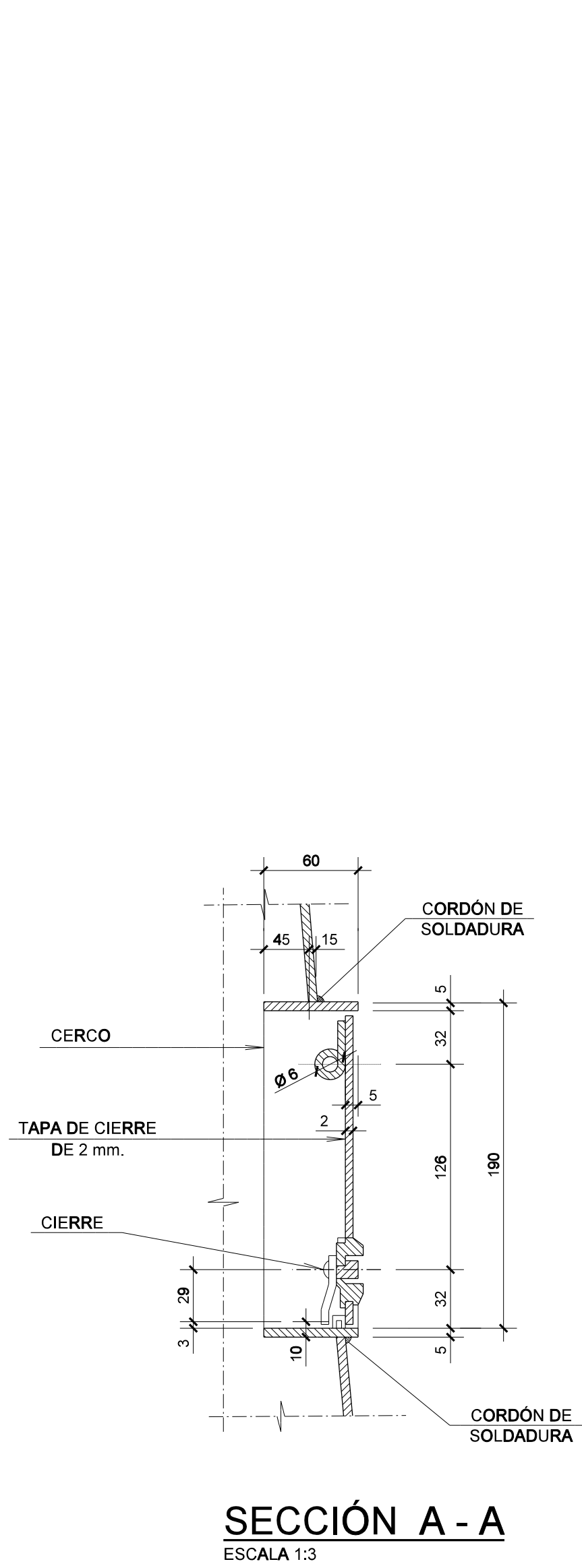
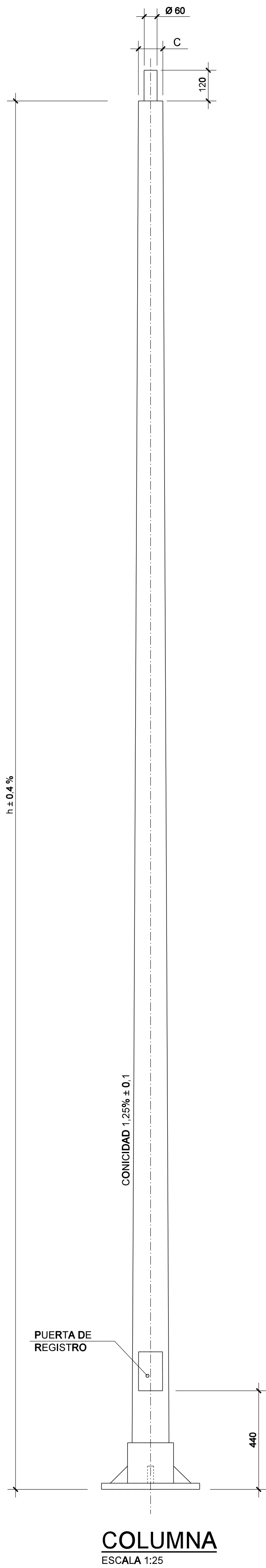


UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD
PROYECTO FIN DE CARRERA
AUTOR DEL PROYECTO:
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

PLANO NÚMERO :

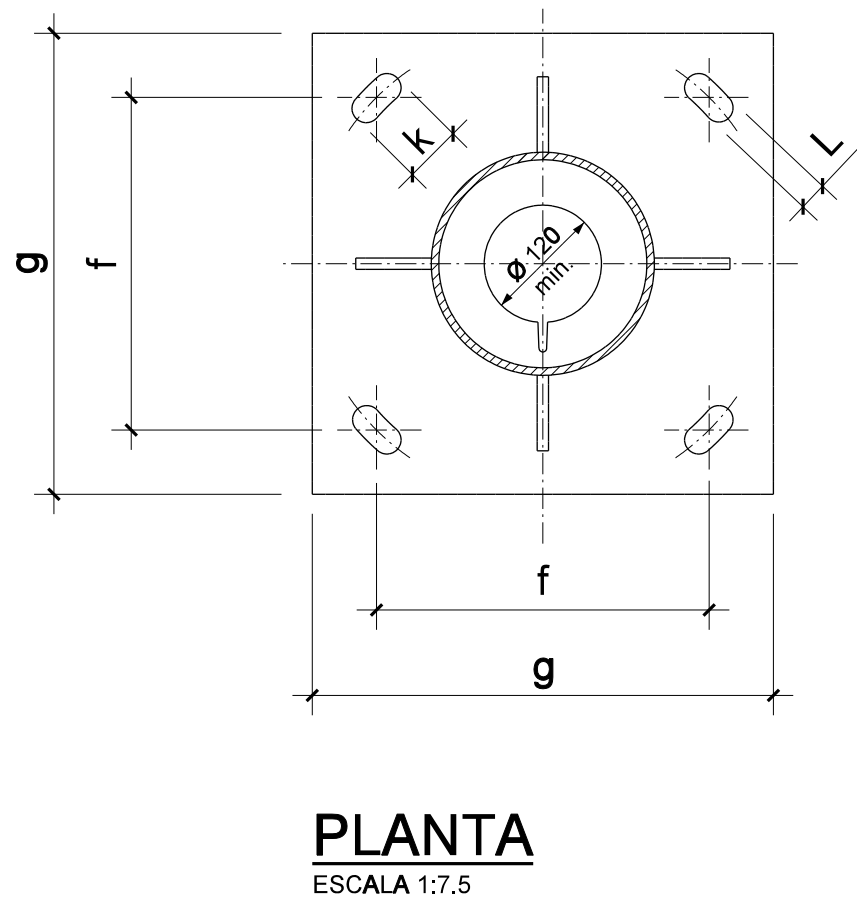
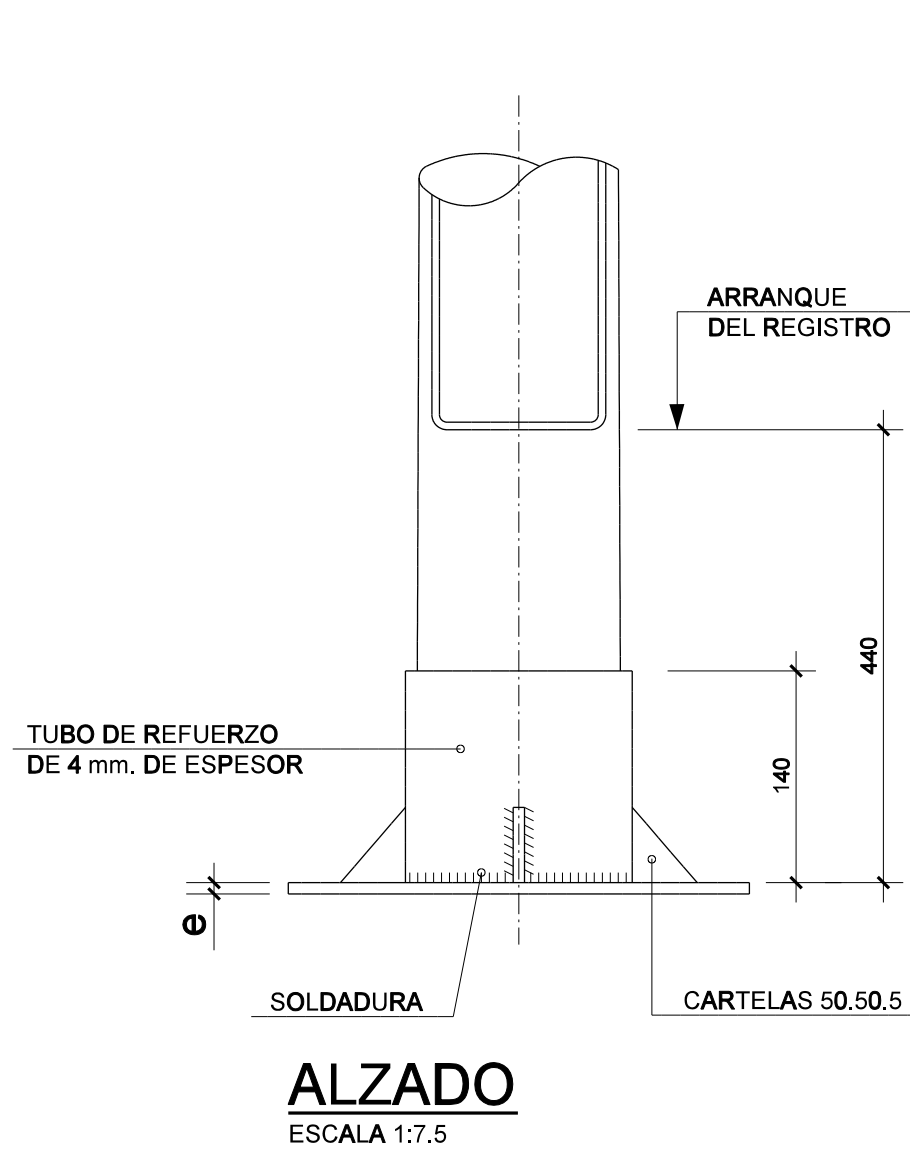
13

COLUMNA DE 9 m.
Cotas en milímetros
S.N./UNE 72.401 A 72.408



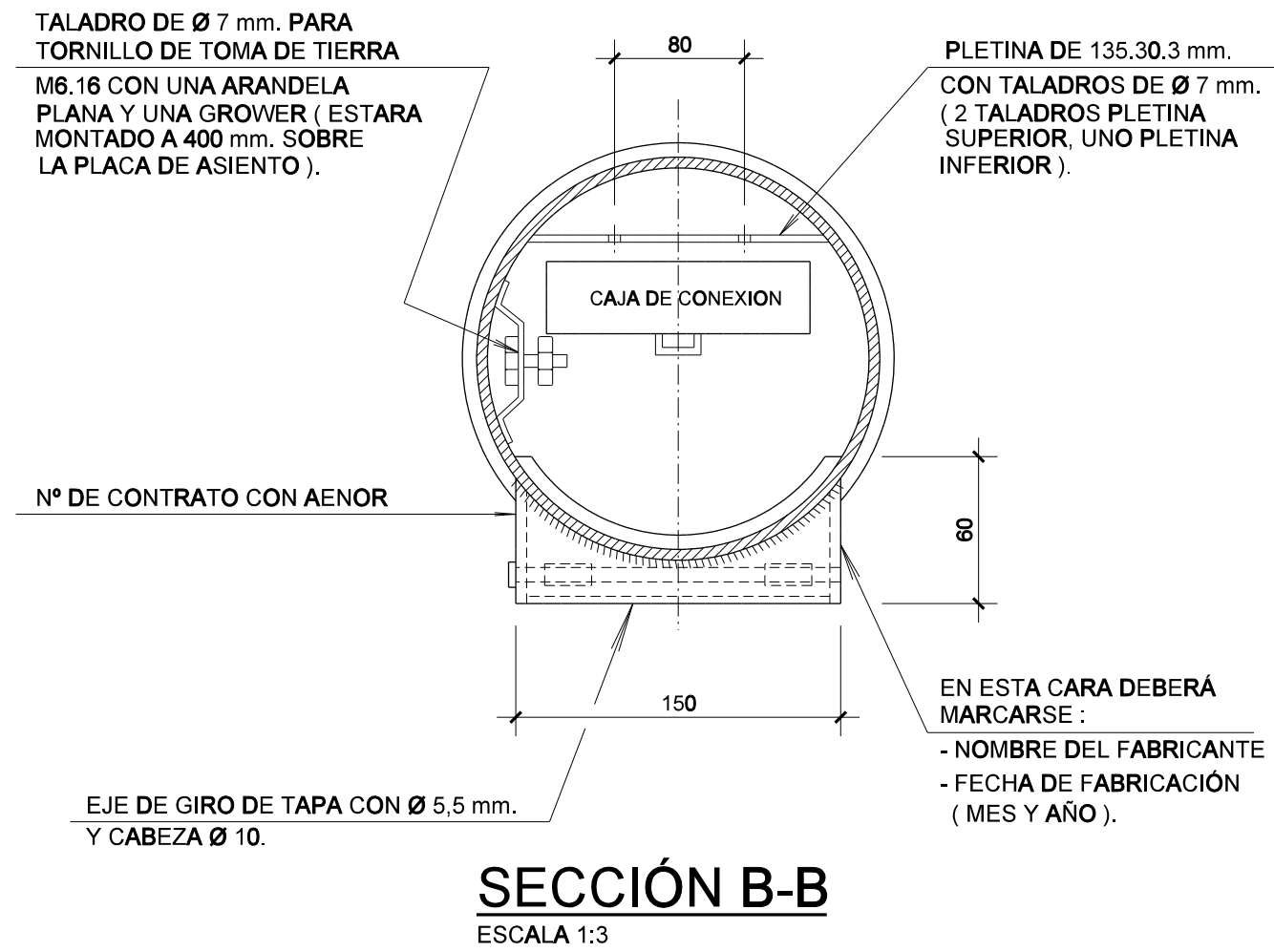
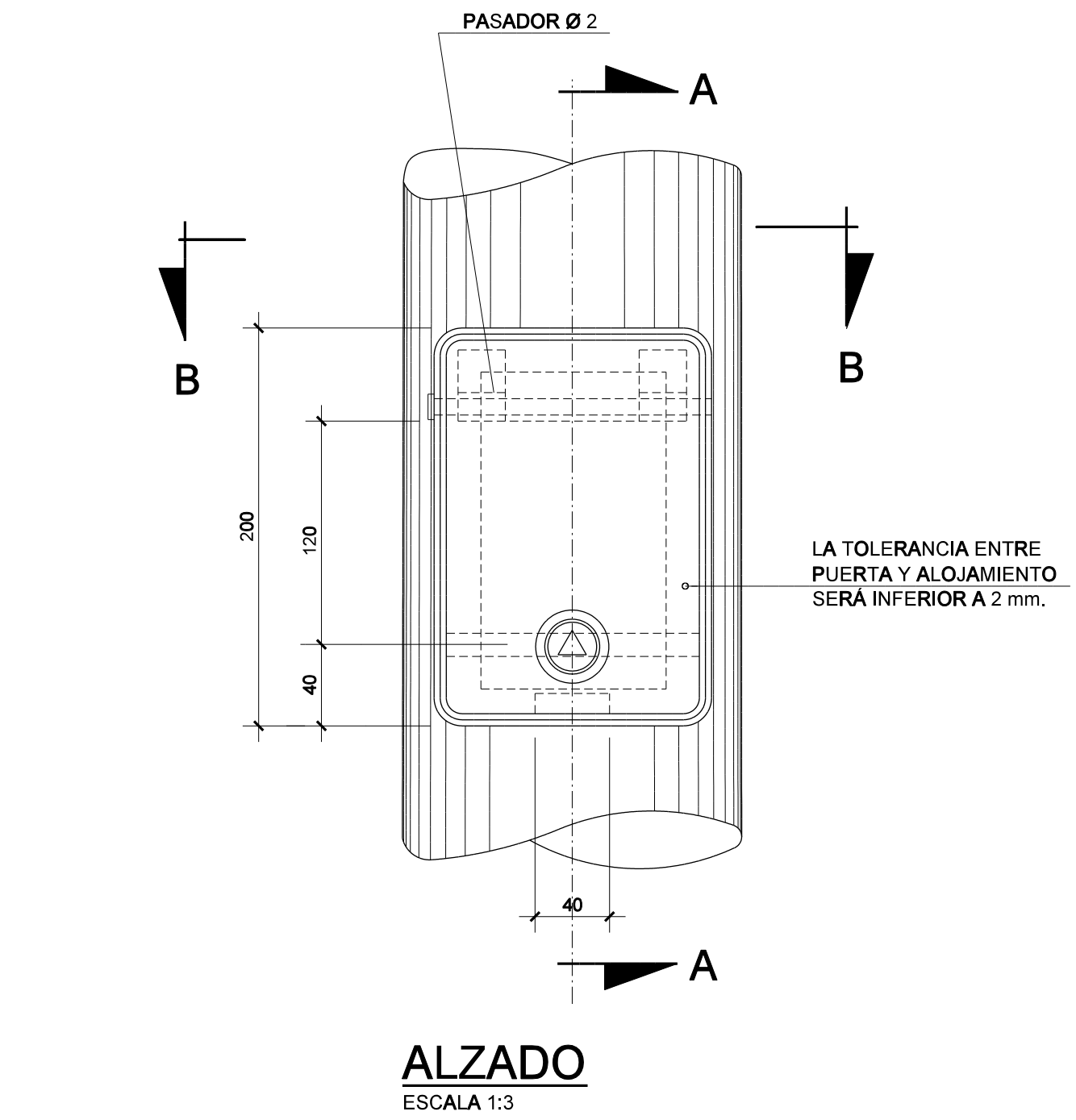
DIMENSIONES DE LOS BÁCULOS Y COLUMNAS

h (m)	d (mm.)	w (M.)	r (M.)	c (mm.)
9	60	1,5	1,5	76



DIMENSIONES DE LA PLACA DE ASIENTOS PARA BÁCULOS Y COLUMNAS

h (m.)	e (mm.)	f (mm.)	g (mm.)	k (mm.)	l (mm.)
9	10	285	400	50	25



- LOS BÁCULOS SERÁN DE UNA SOLA PIEZA
- ACERO S/UNE 72.403-84
- GALVANIZADO S/RD 2531/1985
- EL MARCADO SE REALIZARÁ EN EL SENTIDO DE ARRIBA HACIA ABAJO
- LA ALTURA DE LAS LETRAS SERÁ COMO MÍNIMO DE 10 mm.

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO DE LA URBANIZACIÓN "CERRO BELMONTE" - MADRID

ESCALA:
VARIAS
FECHA:
JUNIO-2010

PLANO:
DETALLES DE BÁCULOS



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESP. ELECTRICIDAD
PROYECTO FIN DE CARRERA
AUTOR DEL PROYECTO:
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL, D. ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

PLANO NÚMERO:
14

PRESUPUESTO

En este documento se procede a la exposición del presupuesto y coste de las obras de electrificación, alumbrado público y el estudio de seguridad y salud

CAPÍTULO 1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA URBANIZACIÓN

Superficie de la Urbanización "Cerro Belmonte"	30.889,71 m²
Superficie de parcelas edificables	9.669,20 m²
Superficie edificable residencial	30.415 m²
Sistemas generales del viario	5.830,35 m²
Superficie viaria del interior de la urbanización	8.496,31 m²
Superficie dotacional	3.200 m²

Tabla 67: Superficies de la Urbanización

CAPÍTULO 2.- CUADRO DE PRECIOS

Para las obras objeto del presente proyecto, regirá el Cuadro de Precios para Urbanización 2009, el Cuadro de Precios para Urbanización de 2008 y el Cuadro de Precios en materia de Seguridad y Salud 2009 del Ayuntamiento de Madrid.

Aparte de estos precios, se han añadido los precios que los fabricantes nos han dado a la hora de utilizar determinados elementos, como puedan ser luminarias, báculos, o transformadores por ejemplo.

CAPÍTULO 3.- CRITERIO DE REVISIÓN DE PRECIOS

A partir de los primeros 18 meses a contar desde la firma del contrato de obras, tomando a estos efectos como fecha de origen el mes 18 a contar desde la formalización del contrato y con referencia a las unidades pendientes de ejecución que excedan del 20% del precio del contrato, los precios unitarios se actualizarán de conformidad con las fórmulas e índices oficiales de revisión de precios que se detallan a continuación. Se exceptuarán de dicha revisión de precios las demoras en plazo de ejecución imputables al Contratista.

La revisión de precios, se ajustará a la fórmula número 29 de las que figuran en el Real Decreto 3650/1970, del 19 de Diciembre (B.O.E. del 29 de Diciembre) y Real Decreto 2167/1981, del 20 de Agosto, que complementa al anterior y Decretos o Leyes posteriores que la sustituyan.

Esta fórmula es:

$$K_t = 0,24 \cdot \frac{H_t}{H_0} + 0,12 \cdot \frac{C_t}{C_0} + 0,09 \cdot \frac{S_t}{S_0} + 0,40 \cdot \frac{C_{ut}}{C_{u0}} + 0,15$$

Ecuación 1: Criterio de revisión de precios

donde el significado de cada variable es:

- **K_t** = Coeficiente de revisión en el momento de ejecución "t".
- **H₀ y H_t** = Índices del coste de la mano de obra en las fechas de origen y en el momento "t" respectivamente.
- **C₀ y C_t** = Índices del coste del cemento en la fecha de origen y en el momento "t" respectivamente.
- **S₀ y S_t** = Índices del coste de materiales siderúrgicos en la fecha de origen y el momento "t" respectivamente.
- **C_{u0} y C_{ut}** = Índices del coste de cobre en la fecha de origen y en el momento "t" respectivamente.

CAPÍTULO 4.- PRESUPUESTO DE ELECTRIFICACIÓN

4.1. Obra Civil

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
4.1.1	m³	Excavación zanja m.m. h<6 m Excavación en zanja, por medios mecánicos y hasta 6 metros de profundidad, en cualquier clase de terreno (excepto roca), incluso formación de caballeros y carga de productos sobrantes, medida sobre perfil, sin transporte.	2,30	659,34	286,67 m³
4.1.2	m³	Transporte y descarga a vertedero Transporte y descarga a vertedero fuera de la obra de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil.	3,27	471,08	144,06 m³

4.1.3	m³	Hormigón en masa HM-20/P/40, canaliz. Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado y moldeado en su caso, en arquetas, canalizaciones de alumbrado, semáforos, etc., HM-20/P/40 (CEM-II), árido máximo 40 mm y consistencia plástica.	74,15	5.955,73	80,32	m³
4.1.4	m³	Relleno zanjas suelo tolerable Relleno y compactación de zanjas, por medios mecánicos, con suelos tolerables o adecuados de la propia excavación, hasta una densidad según Pliego de Condiciones, medido sobre perfil.	3,17	452,07	142,61	m³
4.1.5	m	Tubería roja 160 mm UNE 50086 Suministro e instalación de tubería roja de polietileno de alta densidad según norma UNE 50086 de 160 mm de diámetro, sin incluir excavación y relleno de zanja.	3,66	11.609,52	3.172,00	m
4.1.6	u	Arqueta de 0,61x0,61m Iberdrola Arqueta de 0,61x0,61 m de medidas interiores y 1,10 m de altura, construida en fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie sin enlucir con fonda de tierra según Normativa de Iberdrola, incluso marco M-2 y tapa T-2 totalmente terminada.	196,00	8.036,00	41,00	u
4.1.7	u	Arqueta de 0,5x0,5 m Iberdrola Arqueta provisional de 0,5x0,5 m de medidas interiores y 0,5 m de altura, construida en fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie sin enlucir con fondo de tierra, según Normativa Iberdrola, totalmente terminada.	63,50	1.524,00	24,00	u

4.2. Red de Media Tensión

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
4.2.1	m	Conductor de Al MT HEPRZ1 1x150mm2 Conductor unipolar de aluminio con aislante de etileno-propileno, tipo HEPRZ1 según NI 56.43.01 para 12/20 kV de tensión nominal, de 150 mm2 de sección y 16 mm2 de sección de pantalla, incluso suministro y montaje.	11,96	10.584,60	885,00
4.2.2	u	Empalme unipolar MT para 150 mm2 Empalme unipolar para conductor de 150 mm2 de sección para 12/20 kV totalmente terminado.	260,43	3.125,16	12,00

4.3. Centros de transformación

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
4.3.1	u	Centro de Transformación Prefabricado Subterráneo Centro de Transformación tipo EPSH, de Ormazabal tipo PFS, preparado para dos transformadores de hasta 630 kVA, dos o tres celdas de entrada y/o salida, y dos cuadros de baja tensión de cuatro salidas cada uno, ampliables a cuatro. Prefabricado, subterráneo y con ventilación horizontal con envolvente prefabricada de hormigón, que incluye el edificio y todos sus elementos interiores, de acuerdo con la norma NI 50.40.02 incluso el transporte, montaje y accesorios.	27.000,00	81.000,00	3,00 u
4.3.2	m³	Excavación en vaciado Excavación en vaciado y carga de productos por medios mecánicos, en cualquier clase de terreno (excepto roca), medida sobre perfil, sin transporte.	4,23	1.020,28	241,20 m³
4.3.3	m³	Transporte y descarga a vertedero Transporte y descarga a vertedero fuera de la obra de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil.	3,27	788,72	241,20 m³
4.3.4	u	Celdas de AT E/S Celda de entrada y/o salida serie 8DH10 tipo RK de Siemens, con envolvente metálica, formada por un módulo con aislamiento y corte en SF6 de 24 kV de tensión nominal y una intensidad nominal de 400 A, de 1400 mm de altura, 350 mm de ancho y 780 mm de fondo, con mando manual tipo B incluso montaje y conexión.	2.800,00	16.800,00	6,00 u
4.3.5	u	Celdas de AT Protección transformador Celda de protección de transformador serie 8DH10 con fusibles, tipo TR de Siemens, con envolvente metálica, formada por un módulo con aislamiento y corte en SF6 de 24 kV de tensión nominal e intensidad nominal de 400 A, de 1400 mm de altura, 350 mm de ancho y 780 mm de fondo, con mando manual tipo B, incluso montaje y conexión.	3.481,05	20.886,30	6,00 u

4.3.6	u	Puentes AT celda-transformador Puentes de alta tensión formados por cables unipolares secos de aluminio de 50 mm2 de sección y de 10 m de longitud media del tipo DHZ1 para 12/20 kV y empleando terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla de 24 kV/200 A, según NI 72.83.00 y NI 56.40.02.	1.080,67	6.484,02	6,00	u
4.3.7	u	Transformador de 400 kVA Transformador trifásico reductor de tensión, según normas de la compañía suministradora NI 72.03.00 con neutro accesible en el secundario, de 400 kVA de potencia y dieléctrico y refrigeración, de aceite mineral, de tensión primaria de 15 kV y tensión secundaria de 380 V, grupo de conexión Dyn11 y regulación primaria de + - 2,5%.	6.359,90	31.799,50	5,00	u
4.3.8	u	Transformador de 630 kVA Transformador trifásico reductor de tensión, según normas de la compañía suministradora NI 72.03.00 con neutro accesible en el secundario, de 630 kVA de potencia y dieléctrico y refrigeración, de aceite mineral, de tensión primaria de 15 kV y tensión secundaria de 380 V, grupo de conexión Dyn11 y regulación primaria de + - 2,5%.	8.113,02	8.113,02	1,00	u
4.3.9	u	Cuadro de BT con 4 salidas Cuadro de Baja Tensión con 4 salidas para 500 V y 400 A con cartuchos fusibles tipo CBT-AC 4 de Pronutec con posibilidad de ampliación a otras cuatro salidas de las mismas características.	2.350,00	14.100,00	6,00	u
4.3.10	u	Puentes BT transformadores-cuadros BT Juego de puentes de cables de baja tensión realizado con cable unipolar de 240 mm2 de sección con conductor de aluminio tipo RV y de 0,6/1 kV según NI 56.31.21 usando 3 cables para cada fase y 2 para el neutro de 3 m de longitud media y dispondrán en sus extremos de terminales bimetalicos tipo TBI-M 12/240, según NI 58.51.73.	988,85	5.933,10	6,00	u
4.3.11	u	Inst. de PAT de protección ext. Instalación exterior de puesta a tierra de protección, debidamente montada y conexionada empleando cobre desnudo de 50 mm2 de sección formando un bucle de 7500x4000 mma una profundidad de 0,5 m según NI 54.10.01. Se conectarán los siguientes elementos: - Cuba del transformador - Envolvente metálica del cuadro de baja tensión - Celdas de alta tensión en dos puntos - Pantalla del cable DHZ1 en los extremos de conexión del transformador.	785,00	2.355,00	3,00	u
4.3.12	u	Inst. de PAT de servicio ext. Instalación exterior de puesta a tierra de servicio, debidamente montada y conexionada empleando cobre aislado de 50 mm2 de sección y del tipo DN-RA 0,6/1 kV formando un bucle de 7500x4000 mm a una profundidad de 0,5 m según NI 56.31.71, separada de la puesta a tierra de protección 40 cm como mínimo. Se conectará la salida del neutro del cuadro de baja tensión.	550,00	1.650,00	3,00	u
4.3.13	u	Inst. de PAT de protección int. Instalación interior de tierra de protección en el edificio de transformación con el conductor de cobre desnudo grapado a la pared y conectado a las celdas y demás aparata de este edificio, así como una caja general de protección según normas de la compañía suministradora.	450,00	1.350,00	3,00	u
4.3.14	u	Inst. de PAT de servicio int. Instalación interior de tierra de servicio en el edificio de transformación con el conductor de cobre desnudo grapado a la pared y conectado al neutro de baja tensión, así como una caja general de tierra de servicio según normas de la compañía suministradora.	450,00	1.350,00	3,00	u
4.3.15	u	Punto de comprobación de PAT Punto de comprobación de puesta a tierra formadapor caja poliéster instalada en parmento vertical conteniendo un puente de prueba en pletina de cobre de 130x30x3 mm sobre apoyo aislante.	1,55	4,65	3,00	u
4.3.16	u	Rejilla metálica para defensa de transformador Rejilla metálica para defensa y protección del transformador.	180,00	1.080,00	6,00	u
4.3.17	u	Iluminación del centro de transformación Equipo de iluminación compuesto de equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en el interior del centro de transformación. A justificar más adelante.	423,08	1.269,24	3,00	u
4.3.18	u	Equipo de maniobras de centro de transformación Equipo de operación para permitir la realización de las maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la ejecución de las maniobras y operaciones de mantenimiento, compuesto por banquillo aislante, par de guantes de amianto, equipo de extinción de incendios y placa de instrucciones para primeros auxilios, según NI 29.44.08 y NI 29.20.11.	75,00	225,00	3,00	u

4.4. Red de Baja Tensión

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
4.4.1	m	Conductor Al BT RV 1x240 mm2 Conductor unipolar de aluminio con aislante de polietileno reticulado, tipo RV según NI 56.31.21 para 0,6/1 kV de tensión nominal, de 240 mm2 de sección y cubierta de PVC, incluso suministro y montaje.	4,71	13.508,28	2.868,00 m
4.4.2	m	Conductor Al BT RV 1x150 mm2 Conductor unipolar de aluminio con aislante de polietileno reticulado, tipo RV según NI 56.31.21 para 0,6/1 kV de tensión nominal, de 150 mm2 de sección y cubierta de PVC, incluso suministro y montaje.	3,31	13.216,83	3.993,00 m
4.4.3	m	Conductor Al BT RV 1x95 mm2 Conductor unipolar de aluminio con aislante de polietileno reticulado, tipo RV según NI 56.31.21 para 0,6/1 kV de tensión nominal, de 95 mm2 de sección y cubierta de PVC, incluso suministro y montaje.	2,14	4.508,98	2.107,00 m

4.5. Partidas Alzadas

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
4.5.1	u	Legalización Legalización de las instalaciones de Media Tensión, Baja Tensión y Centros de Transformación, incluyendo redacción de proyecto para Industria si fuese necesario, visado y resto de trámites.	1.500,00	1.500,00	1,00 u
4.5.2	u	P.A. a justificar por daños Partida alzada a justificar por daños inevitables por tránsito durante la ejecución de las obras y plazo de garantía.	600,00	600,00	1,00 u
4.5.3	u	P.A. a justificar por obras impuestas Partida alzada a justificar por obras impuestas por organismos oficiales (Ministerios, Comunidad Autónoma, Ayuntamiento, etc...).	1.500,00	1.500,00	1,00 u

Total 4 ELECTRIFICACIÓN
Presupuesto 273.460,42

4.6. Justificaciones de partidas

CAPÍTULO 4.17 ILUMINACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
4.3.17.1	u	Cuadro eléctrico secundario Cuadro eléctrico secundario, tipo Pragma C de superficie con grado de protección IP40 de la marca Merlin Gerin, construido en material aislante autoextinguible en color blanco con puerta transparente ahumada, incluyendo los soportes para los bornes de conexión, los orificios necesarios para el paso de los circuitos, franjas para poner las etiquetas e identificar los circuitos, así como los equipos de mando y protección necesarios.	336,35	336,35	1,00 u
4.3.17.2	u	Circuitos de distribución Circuitos de distribución del alumbrado normal, de emergencia y ventiladores desde el cuadro mencionado anteriormente en canalizaciones separadas y formados por conductores de cobre de 750 V en el interior de tubos de PVC corrugados en montaje oculto.	14,77	14,77	1,00 u
4.3.17.3	u	Regletas fluorescentes Regleta de superficie de 1x28 W con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm pintado co pintura epoxi poliéster y secada al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, con equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas, fluorescentes estándar y bornes de conexión.	11,67	46,68	4,00 u

4.3.17.4	u	Luminarias de emergencia Suministro e instalación de aparatos autónomos de alumbrado de emergencia y señalización DIALUX modelo Nova-F-OS, provistos de equipo fluorescente de lámpara de 6 W y señalización permanente, incluso rótulo normalizado de "SALIDA", conexiones, fijaciones y sujeciones completas y correctamente montados sobre las puertas del centro de transformación.	25,28	25,28	1,00	u
----------	---	---	-------	-------	------	---

Total 4.17 ILUMINACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
Presupuesto 423,08

CAPÍTULO 5.- PRESUPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO

5.1. Canalizaciones

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
5.1.1	m	Canaliz. subtt. acera nueva máq. Canalización subterránea situada en acera de nueva construcción de 0,20 m de espesor, según N.E.C. incluso movimiento de tierras con zanja excavada a máquina, lecho de arena de río y dos tubos corrugados de PE de 110 mm de diámetro, según PCTG, cinta avisadora de plástico con la inscripción "Alumbrado Público", completamente terminada.	6,12	3.497,40	571,47 m
5.1.2	m	Cruce calzada nueva máq. Canalización subterránea situada en cruce de calzada de nueva construcción, a pavimentar con firme mixto tipo 1-A según N.E.C., incluso movimiento de tierras con zanja excavada a máquina, tres tubos corrugados de PE de 110 mm de diámetro según PCTG, cinta avisadora de plástico con la inscripción "Alumbrado Público" y dado de protección de hormigón HM-12,5, completamente terminada.	17,43	1.081,53	62,05 m
5.1.3	u	Arqueta I hormigón acera nueva Arqueta Tipo I para cruce de calzada construida con hormigón HM-12,5, según N.E.C., incluso movimiento de tierras y tapa de fundición situada en acera de nueva construcción de 0,20 m de espesor, completamente terminada.	165,91	2.654,56	16,00 u
5.1.4	u	Arqueta III hormigón acera nueva Arqueta Tipo III de paso, derivación o toma de tierra, construida con hormigón HM-12,5, según N.E.C., incluso movimiento de tierras y tapa de fundición situada en acera de nueva construcción de 0,20 m de espesor, completamente terminada.	89,44	178,88	2,00 u
5.1.5	u	Cimentación soporte báculo Cimentación de soporte, tipo C-3 para columna o báculo de 8 a 12 m de altura con hormigón HM-20, según N.E.C., incluso arqueta adosada de hormigón HM-12,5 con de tapa de fundición, movimiento de tierras, codo corrugado de PE de 110 mm de diámetro, según N.E.C, pernos de anclaje y recubrimiento con mortero M-350, situada en acera de nueva construcción de 0,20 m de espesor, completamente terminada.	309,58	13.931,10	45,00 u

5.2. Conductores

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
5.2.1	m	Conductor Cu XLPE 1x16 mm2 Conductor de cobre con recubrimiento de XLPE de 1x16 mm2 de sección para una tensión nominal de 0,6/1 kV en instalación subterránea o bandeja.	1,35	4.143,53	3.069,28 m
5.2.2	m	Conductor Cu XLPE 750 V 1x16 mm2 Conductor de cobre de 1x16 mm2 de sección con aislamiento de XLPE de 750 V de tensión nominal, color verde-amarillo para la red de toma de tierra, instalado.	1,79	1.358,29	758,82 m

5.3. Centro de Mando y Acometida

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD	
5.3.1	u	Cimentación armario Cimentación de armario de intemperie para centro de mando, con hormigón HM-20, según N.E.C., incluso parte correspondiente de canalización de acceso bajo la cimentación, movimiento de tierras y pernos de anclaje, situada en zona terriza o ajardinada, completamente terminada.	98,62	98,62	1,00	u
5.3.2	m	Tubo de polietileno de 110 mm Tubo de polietileno de alta densidad para canalizaciones subterráneas de 110 mm de diámetro exterior y tipo N (uso normal), en piezas rígidas o curvables (UNE-EN-500086-2-4/95), incluida parte proporcional de manguitos y tapones, completamente instalado.	3,18	15,90	5,00	m
5.3.3	m	Conductor Cu XLPE 1x25 mm2 Conductor de cobre con recubrimiento de XLPE de 1x25 mm2 de sección para una tensión nominal de 0,6/1 kV en instalación subterránea o en bandeja.	1,78	35,60	20,00	m
5.3.4	m	Conductor Cu XLPE 1x16 mm2 Conductor de cobre con recubrimiento de XLPE de 1x16 mm2 de sección para una tensión nominal de 0,6/1 kV en instalación subterránea o en bandeja.	1,35	6,75	5,00	m
5.3.5	u	Armario Armario AM-2 bastidor BM-2, según P.C.T.G., instalado. Excluida obra civil.	1.466,44	1.466,44	1,00	u
5.3.6	u	Toma de tierra Centro de Mando Toma de tierra para Centro de Mando en acera nueva compuesta por arqueta tipo III, pica de tierra, soldadura de alto punto de fusión y cable de cobre de 1x35 mm2, medida la unidad terminada.	121,13	121,13	1,00	u
5.3.7	u	Célula fotoeléctrica Célula fotoeléctrica, instalada, según P.C.T.G.	218,42	218,42	1,00	u
5.3.8	u	Conjunto individual de medida y protección Conjunto individual de medida y protección para el Centro de Mando.	1.095,00	1.095,00	1,00	u

5.4. Puntos de luz

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD	
5.4.1	u	Báculos Báculos para la instalación de farolas de Alumbrado Viario de la marca Bacolsa, tipo AB de 9 m de altura y brazo de 1,5 m, instalados.	391,76	15.278,64	39,00	u
5.4.2	u	Columnas Columnas para la instalación de farolas de Alumbrado Viario de la marca Bacolsa, tipo AB de 9 m de altura, instaladas.	355,39	2.132,34	6,00	u
5.4.3	u	Luminaria TrafficVision Luminaria tipo TrafficVision de la marca Philips con una altura de 380 mm, una anchura de 320 mm y 690 mm de largo, incluso lámpara e instalación.	342,00	13.338,00	39,00	u
5.4.4	u	Luminaria Urbana Luminaria tipo Urbana de la marca Philips con una altura de 657 mm y un diámetro de difusor de 500 mm, incluso lámpara e instalación.	150,00	900,00	6,00	u
5.4.7	u	Toma de tierra de punto de luz Toma de tierra para punto de luz en acera nueva compuesta por arqueta tipo III, pica de tierra, soldadura de alto punto de fusión y cable de cobre de 1x35 mm2, medida la unidad terminada.	38,05	1.712,25	45,00	u

5.5. Conservación y Legalización

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD	
5.5.1	u	Legalización Legalización de las instalaciones de Alumbrado Público	1.000,00	1.000,00	1,00	u
5.5.2	u	Conservación del Alumbrado Conservación del Alumbrado Público durante el periodo de garantía. A justificar más adelante.	3.568,60	7.137,20	2,00	u

5.6. Partidas Alzadas

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
5.6.1	u	P.A. a justificar por daños Partida alzada a justificar por daños inevitables por tránsito durante la ejecución de las obras y plazo de garantía.	600,00	600,00	1,00 u
5.6.2	u	P.A. a justificar por obras impuestas Partida alzada a justificar por obras impuestas por organismos oficiales (Ministerios, Comunidad Autónoma, Ayuntamiento, etc...).	1.500,00	1.500,00	1,00 u

Total 5 ALUMBRADO PÚBLICO
Presupuesto 73.501,58

5.7. Justificaciones de partidas

CAPÍTULO 5.5.2 CONSERVACIÓN DEL ALUMBRADO

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
5.5.2.1.	u	Consumo de energía	2.799,16	2.799,16	1,00 u
5.5.2.2.	u	Reposición de lámparas	94,44	94,44	1,00 u
5.5.2.3.	u	Limpieza de luminarias	675,00	675,00	1,00 u

Total 5.5.2. CONSERVACIÓN DEL ALUMBRADO
Presupuesto 3.568,60

5.7.1. Horas de funcionamiento anual

Sobre la base de 11 horas de funcionamiento por día, y considerando que el año tiene 365 días, el número de horas de funcionamiento por lámpara al año será de 4.015 horas.

5.7.2. Potencia de cada luminaria

La potencia total de cada tipo de luminaria, incluyendo su equipo de encendido es el siguiente:

- **Philips TrafficVision SGS306:** 169 W, 150 W pertenecientes a la lámpara y 19 W pertenecientes al equipo de encendido.

- **Philips Urbana GPS302:** 166 W, 150 W pertenecientes a la lámpara y 16 W pertenecientes al equipo de encendido.

5.7.3. Potencia total

Según lo expuesto en el apartado anterior la potencia total instalada será de:

$$(166 \cdot 6) + (169 \cdot 39) = 7.578W$$

5.7.4. Consumo anual de energía

El consumo anual de la energía será de:

$$E = 7,578kW \cdot 4015h = 30.425,67kWh$$

5.7.5. Costo anual de la energía

La tarifa media a aplicar tendrá un coste en el término de energía cuyo valor será de 0,092 €/kWh, incluido el IVA. Por tanto el coste anual de la energía será:

$$C = 30.425,67 \cdot 0,092 = 2.779,16€$$

5.7.6. Reposición de lámparas

La vida útil estimada de estas lámparas es de 18.000 horas. Durante el primer año solo han funcionado 4.015 horas, que representa un 16,7 % de su vida útil, por tanto no habría que reponer ninguna. No obstante, se puede estimar que haya que reponer un 10 % por causas diversas.

Los costes unitarios por lámpara incluido transporte y montaje serán de 23,61 € y en consecuencia, el coste anual de las reposiciones será:

$$R = 4 \cdot 23,61 = 94,44€$$

5.7.7. Limpieza de luminarias

Se prevén dos limpiezas anuales de todas las luminarias. Considerando un coste unitario de 15 euros, el coste total de la limpieza será:

$$L = 45 \cdot 15 = 675\text{€}$$

CAPÍTULO 6.- PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1. Instalaciones provisionales de obra

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
6.1.1	u	Alquiler caseta prefabricada comedor (18 meses) Caseta prefabricada modulada de 20,50 m2 de superficie para comedor (incluyendo distribución interior, instalaciones y fregadero) en obras de duración entre 12 y 18 meses formada por estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con vidriería, rejas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón H-175 armado con acero AEH-400, placas de asiento, conexión de instalaciones, transportes, colocación y desmontaje según la normativa vigente, y valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	3.712,61	11.137,83	3,00 u
6.1.2	u	Alquiler caseta prefabricada vestuarios (18 meses) Caseta prefabricada modulada de 20,50 m2 de superficie para vestuarios (incluyendo distribución interior e instalaciones) en obras de duración entre 12 y 18 meses formada por estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con vidriería, rejas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón H-175 armado con acero AEH-400, placas de asiento, conexión de instalaciones, transportes, colocación y desmontaje según la normativa vigente, y valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	3.632,61	10.897,83	3,00 u
6.1.3	u	Alquiler caseta prefabricada aseo (18 meses) Caseta prefabricada modulada de 15 m2 de superficie para aseos o botiquín (incluyendo distribución interior, instalaciones y aparatos sanitarios) en obras de duración entre 12 y 18 meses formada por estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con vidriería, rejas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón H-175 armado con acero AEH-400, placas de asiento, conexión de instalaciones, transportes, colocación y desmontaje según la normativa vigente, y valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	3.740,75	11.222,25	3,00 u
6.1.4	u	Alquiler caseta prefabricada oficina (18 meses) Caseta modulada ensamblable para oficina o sala de reuniones en obras de duración entre 12 y 18 meses formada por estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con vidriería, rejas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento comprendiendo distribución interior, instalaciones y mobiliario, incluso preparación del terreno, cimentación, soportes de hormigón H-175 armado con acero AEH-400, placas de asiento, conexión de instalaciones, transportes, colocación y desmontaje según la normativa vigente, y valorada en función del número óptimo de utilizaciones.	151,77	151,77	1,00 u

6.1.5	u	Acometida provisional eléctrica caseta Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general formada por manguera flexible de 4x6 mm ² de tensión nominal de 750 V., incorporando conductor de tierra color verde y amarillo, fijada sobre apoyos intermedios cada 2,50 m instalada.	51,02	510,20	10,00	u
6.1.6	u	Acometida provisional fontanería caseta Acometida provisional de fontanería para obra de la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m realizada con tubo de polietileno de 25 mm de diámetro de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, terminada y funcionando, y sin incluir la rotura del pavimento.	49,06	343,42	7,00	u
6.1.7	u	Acometida provisional saneamiento caseta Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa H-150, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.	42,25	126,75	3,00	u
6.1.8	u	Acometida provisional telefonía caseta Acometida provisional de teléfono a caseta de obra, según normas de la C.T.N.E.	41,32	82,64	2,00	u
6.1.9	u	Percha Percha metálica para colgar ropa, resistente y fijada a paramento, complementaria a la instalación de taquillas.	3,15	28,35	9,00	u
6.1.10	u	Portarrollos Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocado y amortizable en 3 usos.	4,49	13,47	3,00	u
6.1.11	u	Espejo vestuarios o aseos Espejo para vestuarios y aseos colocado.	28,78	86,34	3,00	u
6.1.12	u	Jabonera Dosificador de jabón de uso industrial de 1 litro de capacidad, colocado y amortizable en 3 usos.	3,75	11,25	3,00	u
6.1.13	u	Secamanos eléctrico Secamanos eléctrico por aire, colocado y amortizable en 3 usos.	21,02	63,06	3,00	u
6.1.14	u	Banco polipropileno 5 personas Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos, colocado y amortizable en 10 usos.	98,53	689,71	7,00	u
6.1.15	u	Taquilla individual metálica Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada y amortizable en 3 usos.	95,04	1.900,80	20,00	u
6.1.16	u	Calienta comidas Calienta comidas para 25 servicios, colocado y amortizable en 20 usos.	101,44	101,44	1,00	u
6.1.17	u	Mesa melamina 10 personas Mesa metálica para comedor con una capacidad para 10 personas y tablero superior de melamina, colocada y amortizable en 10 usos.	191,65	574,95	3,00	u
6.1.18	u	Depósito de basuras Depósito de basuras de 800 litros de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado y amortizable en 10 usos.	29,99	29,99	1,00	u
6.1.19	u	Botiquín de obra Botiquín de obra instalado.	23,41	23,41	1,00	u
6.1.20	u	Camilla portátil de evacuaciones Camilla portátil para evacuaciones, colocada y amortizable en 20 usos.	7,15	7,15	1,00	u
6.1.21	u	Extintor de polvo polivalente Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. Medida la unidad instalada según R.D. 486/97.	53,41	53,41	1,00	u
6.1.22	u	Extintor CO2 Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B con 5 kg de agente extintor, modelo NC-5-P, con soporte y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. Medida la unidad instalada según el R.D. 486/97.	85,00	85,00	1,00	u

6.2. Señalizaciones

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
6.2.1	u	Señal "Stop" con soporte Señal de stop tipo octogonal de diámetro de 600 mm normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado de 80x40x2 mm y 1,3 m de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado y amortizable en 3 usos.	32,68	130,72	4,00 u
6.2.2	u	Cartel "Riesgo" con soporte Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m con soporte metálico de hierro galvanizado de 80x40x2 mm y 1,3 m de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	13,26	53,04	4,00 u
6.2.3	u	Cartel "Riesgo" sin soporte Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.	5,96	23,84	4,00 u
6.2.4	u	Señal "Peligro" Señal de chapa reflectante indicativo de "Peligro Indefinido", normalizada y colocada.	10,29	30,87	3,00 u
6.2.5	u	Señal "Zona obras" Señal de chapa reflectante indicativo de "Precaución Obreros Trabajando", normalizada y colocada.	40,50	121,50	3,00 u
6.2.6	u	Señal "Zona camiones" Señal de chapa reflectante indicativo de "Salida de camiones", normalizada y colocada.	17,31	51,93	3,00 u
6.2.7	u	Señal "Vado permanente" Señal de chapa reflectante indicativo de "Vado Permanente", normalizada y colocada.	15,96	47,88	3,00 u
6.2.8	u	Señal "Stop-Flecha" mano Paleta señalizadora de tráfico en los cortes obligados del mismo, manejada por señalista y normalizada, con "Stop" por una cara y flecha indicadora de dirección por la otra cara y dotada de mango.	17,97	53,91	3,00 u
6.2.9	u	Cono balizamiento reflectante Cono de balizamiento reflectante irrompible de 50 cm de diámetro y amortizable en 5 usos, según el R.D. 485/97.	15,60	234,00	15,00 u
6.2.10	u	Baliza luminosa intermitente Foco de balizamiento intermitente amortizable en 5 usos, según el R.D. 485/97.	2,70	27,00	10,00 u
6.2.11	u	Tapa provisional de pozo Tapa provisional para pozos, pilotes o asimilables de 100x10 conformada mediante tablones de madera de 20x5 cm armados mediante encolado y clavazón, zócalo de 20 cm de altura, incluso fabricación y colocación y amortizable en 2 usos.	3,98	7,96	2,00 u
6.2.12	m	Cinta balizamiento bicolor Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje según el R.D. 485/97.	2,81	562,00	200,00 m
6.2.13	m	Banderola señalización Banderola de señalización colgante realizada de plástico de colores rojo y blanco, reflectante, con soporte metálico de 1,20 m, amortizable en 3 usos con colocación y desmontaje según el R.D. 485/97.	22,44	336,60	15,00 m

6.3. Protecciones colectivas

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
6.3.1	m	Valla metálica prefabricada Valla metálica prefabricada tipo "Rivisa" o similar, con postes metálicos cada 2 m. Se valora la cantidad de vallado que debe estar permanentemente en obra, bien colocada o bien a disposición de la misma. Cualquier incremento de la cantidad prevista irá a cargo de los Gastos Generales de la obra. Queda incluido en el precio de la partida cuantas operaciones de colocación y retirada sean precisas, así como cuantas reposiciones sean necesarias. Se considera a priori un aprovechamiento del 50% al finalizar la obra.	1,69	845,00	500,00 m
6.3.2	m	Cable de seguridad Cable de seguridad para anclaje de cinturón de seguridad.	4,46	379,10	85,00 m
6.3.3	m	Barandilla tipo sargento Barandilla con soporte tipo sargento y tres tablones de 0,20x0,07 m en perímetro de forjados tanto de pisos como de cubierta, incluso colocación y desmontaje.	6,12	3.060,00	500,00 m

6.3.4	m²	Red de protección Red de protección contra caídas de alta tenacidad homologadas de nylon brillante, poliamida sin nudos con mallero de 7,5x7,5 cm con hilo de 3 mm y recercado perimetral de cuerda calabroteada en nylon brillante de 10 mm.	1,27	63,50	50,00	m²
6.3.5	m	Tope de maquinaria Tope para maquinaria que circula cerca de zanjas, consistente en una riostra de 10x10 cm anclada y fijada al suelo mediante punteros hincados en el suelo cada 1,5 m.	4,41	35,28	8,00	m
6.3.6	m	Red de seguimiento perimetral Red de seguridad en perímetro de forjado de poliamida de hilo de diámetro 4 mm y malla de 75x75 mm de 10 m de altura, incluso pescante metálico tipo horca de 8 m de altura, anclajes de red, pescante y cuerdas de unión de paños de red, en primera puesta.	14,77	3.692,50	250,00	m
6.3.7	m	Malla polietileno seguridad Malla de polietileno de alta densidad con tratamiento para protección de ultravioletas, color naranja de 1 m de altura y doble zócalo del mismo material con colocación y desmontaje y amortizable en 2 puestas.	1,68	336,00	200,00	m
6.3.8	m²	Protección andamio malla tupida Protección vertical de andamio con malla tupida plástica con colocación y desmontaje y amortizable en 2 puestas.	5,23	13.075,00	2.500,00	m²
6.3.9	u	Plataforma en planta Formación de plataformas voladas en plantas, para descarga de materiales, realizado a base de durmientes, puntales metálicos arriostrados en horizontal y apoyados en suelo y techo; viguetas metálicas voladas (durmientes), vallado tubular lateral; vallado abatible en borde de planta; plataforma resistente con montaje y desmontaje.	31,86	318,60	10,00	u
6.3.10	u	Escalera de aluminio Escalera de aluminio reforzado, con elementos antideslizantes para apoyo correcto, correderas dedos tramadas, de 3,5 m cada una, incluso sistema de guía y deslizamiento.	37,59	112,77	3,00	u
6.3.11	u	Soporte metálico a suelo Soporte metálico galvanizado para sujeción de señales indicativas o de tráfico de 1,2 m de altura, para colocar anclado al suelo, mediante pequeño cimiento de hormigón sobrepuesto al pavimento, desmontaje y con p.p. de cimiento completo.	18,01	36,02	2,00	u
6.3.12	u	Soporte metálico a pared Soporte metálico galvanizado para sujeción de señales indicativas o de tráfico de 0,6 m de longitud, para colocar anclado a la pared, mediante obra de fábrica, tornillería, etc, desmontable y anclaje. Completo.	13,67	27,34	2,00	u

6.4. Protecciones personales

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD	
6.4.1	u	Mono de trabajo Mono de trabajo homologado CE.	22,78	569,50	25,00	u
6.4.2	u	Impermeable Impermeable de trabajo homologado CE.	11,91	71,46	6,00	u
6.4.3	u	Mandil de soldador Mandil de serraje para soldador grado A de 60x90 cm, homologado CE.	17,93	71,72	4,00	u
6.4.4	u	Peto reflectante Peto reflectante de color butano o amarillo, homologado CE.	14,88	372,00	25,00	u
6.4.5	u	Cinturón seguridad Clase A Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m con guarda cabos y 2 mosqueteros, homologado CE.	65,69	656,90	10,00	u
6.4.6	u	Arnés seguridad Clase C Arnés de seguridad clase C (paracaídas), con cuerda de 1 m y dos mosqueteros en bolsa de transporte, homologado CE.	23,29	232,90	10,00	u
6.4.7	u	Anticaídas deslizante cuerdas Anticaídas deslizante para cuerda de 14 mm con mosquetón, homologado CE.	29,66	296,60	10,00	u
6.4.8	u	Cuerda de poliamida Cuerda realizada en poliamida de alta tenacidad de diámetro de 14 mm incluso con barra argollas en extremo de poliamidas revestidas de PVC, homologado CE.	2,69	43,04	16,00	u
6.4.9	u	Faja elástica sobreesfuerzos Faja elástica de protección de sobreesfuerzos con hombreras y cierre de velcro, homologado CE.	15,00	300,00	20,00	u

6.4.10	u	Cinturón portaherramientas Cinturón portaherramientas, homologado CE.	15,00	375,00	25,00	u
6.4.11	u	Casco de seguridad Casco de seguridad con desudador, homologado CE.	5,37	134,25	25,00	u
6.4.12	u	Pantalla seguridad soldadura Pantalla de seguridad para soldadura, homologado CE.	10,74	42,96	4,00	u
6.4.13	u	Gafas contra impactos Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.	13,16	197,40	15,00	u
6.4.14	u	Gafas antipolvo Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologado CE.	7,25	108,75	15,00	u
6.4.15	u	Mascarilla antipolvo Mascarilla antipolvo, homologada CE.	14,77	443,10	30,00	u
6.4.16	u	Filtro recambio mascarilla Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado CE.	10,00	150,00	15,00	u
6.4.17	u	Protectores auditivos Protectores auditivos homologados CE.	16,05	401,25	25,00	u
6.4.18	u	Par guantes latex Par de guantes de latex industrial naranja, homologados CE.	3,27	163,50	50,00	u
6.4.19	u	Par guantes neopreno Par de guantes de neopreno 100%, homologados CE.	2,49	124,50	50,00	u
6.4.20	u	Par guantes flor vacuno Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologados CE.	5,35	53,50	10,00	u
6.4.21	u	Par guantes soldadura Par de guantes para soldador serraje forrado ignifugo de 34 cm de largo, homologados CE.	4,46	22,30	5,00	u
6.4.22	u	Par guantes aislantes Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.	44,91	449,10	10,00	u
6.4.23	u	Par manguitos soldador Par de manguitos para soldador al hombro serraje grado A, homologados CE.	5,98	29,90	5,00	u
6.4.24	u	Botas agua monocolor Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.	15,67	313,40	20,00	u
6.4.25	u	Botas Seguridad S2 Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera metálicas, homologadas CE.	18,15	181,50	10,00	u
6.4.26	u	Botas Seguridad S3 Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.	32,72	327,20	10,00	u
6.4.27	u	Botas agua ingeniero Par de botas de agua ingeniero, forrada con cremallera, marrón, homologadas CE.	42,91	214,55	5,00	u

6.5. Mano de obra

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD
6.5.1	mes	Comité de Seguridad e Higiene Costo mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de Seguridad y Salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª.	137,39	2.473,02	18,00 mes
6.5.2	mes	Formación Seguridad e Higiene Costo mensual de formación de Seguridad y Salud en el Trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	36,24	652,32	18,00 mes
6.5.3	u	Reconocimiento médico obligatorio Reconocimiento médico obligatorio anual del trabajador.	70,71	1.767,75	25,00 u
6.5.4	h	Equipo de limpieza y conservación Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.	2,71	542,00	200,00 h

Total 6 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
Presupuesto 73.584,75

CAPÍTULO 7.- REPERCUSIONES TOTALES ECONÓMICAS

7.1. Presupuesto total de las obras

4. Electrificación.	273.460,42	65,02 %
5. Alumbrado público.	73.501,58	17,48 %
6. Estudio de Seguridad y Salud.	73.584,75	17,50 %
TOTAL EJECUCION MATERIAL		420.546,75
13% (Gastos Generales)		54.671,08
6% (Beneficio Industrial, etc)		25.232,81
TOTAL		500.450,64
16% I.V.A.		80.072,10
TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA		580.522,74

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de CUATROCIENTOS VEINTE MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS (**420.546,75 EUROS**) y el Presupuesto de Ejecución por Contrata a la cantidad de QUINIENTOS OCHENTA MIL QUINIENTOS VEINTIDOS EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (**580.522,74 EUROS**).

7.2. Módulo de costes

Por m ² de superficie urbanizada (Superf. A.P.R. 09.04 = 30.889,71 m ²)	
· Ejecución Material:	13,61 €/m ²
· Ejecución Contrata:	18,78 €/m ²

Tabla 68: Módulo de costes por superficie urbanizada

Por m ² de red viaria (Superf. Objeto de proyecto 8.496 m ²)	
· Ejecución Material:	49,48 €/m ²
· Ejecución Contrata:	68,31 €/m ²

Tabla 69: Módulo de costes por superficie de red viaria

Por m de tubo de 160 mm. (Longitud = 3.172 m)	
· Ejecución Material:	132,54 €/m
· Ejecución Contrata:	182,96 €/m

Tabla 70: Módulo de costes por longitud de tubo de canalización

Por m ² edificable (Superf. = 30.415,00 m ²)	
· Ejecución Material:	13,82 €/m ²
· Ejecución Contrata:	19,08 €/m ²

Tabla 71: Módulo de costes por superficie edificable

PLIEGO DE CONDICIONES

En este pliego se especifican todos los requisitos que deben llevar consigo tanto trabajos como materiales utilizados

CAPÍTULO 1.- CONDICIONES GENERALES

1.1. Objeto del Pliego

El presente Pliego tiene por objeto describir las obras, fijar las condiciones técnicas de los materiales y el procedimiento a seguir para la ejecución, medición y abono de las obras e instalaciones definidas en el presente Proyecto de Electrificación y Alumbrado de la Urbanización “CERRO BELMONTE” en el Ayuntamiento de Madrid.

En las obras objeto de este proyecto será de aplicación el Pliego de Condiciones Técnicas Generales 1999 aplicable a la redacción y ejecución de las obras municipales aprobado por el Excelentísimo Ayuntamiento en el Pleno celebrado el día 23 de diciembre de 1998, o en su caso, el Pliego vigente en el momento de inicio de las obras.

Este Pliego tiene carácter complementario del de Prescripciones Técnicas Particulares del Conjunto de las Obras de este Proyecto de Urbanización.

1.2. Documentos que definen las obras

Las obras quedan definidas por una Memoria Descriptiva, una Memoria de Cálculos, por los Planos y Presupuestos, por un Estudio de Seguridad y Salud, por las Hojas de Características de los elementos a utilizar, además de por el presente Pliego.

1.3. Normativa oficial aplicable

Además de las condiciones técnicas particulares contenidas en el presente Pliego y en las Prescripciones Técnicas Particulares del Conjunto de las Obras de este Proyecto de Urbanización, serán de aplicación las generales especificaciones de los siguientes documentos:

- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía aprobado por el Decreto de 12 de Marzo de 1954.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado en el Decreto 842/2002 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre.
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento sobre Condiciones Técnicas Y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobadas el 6 de Julio de 1984 (B. O. E. de 1 de Agosto de 1984) y modificaciones complementarias posteriores de 18 de Octubre de 1984 (B. O. E. de 25 de Octubre de 1984).
- Orden de 27 de Noviembre de 1987 por el que se actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT-13 y MIE-RAT-14 del Reglamento sobre Condiciones técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Normas sobre Ventilación y Acceso a Ciertos Centros de Transformación, aprobadas por Resolución de la Dirección General de la Energía de 19 de Junio de 1984 (B. O. E. de 26 de Junio de 1984).
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Métodos de Cálculo de UNESA.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la legislación vigente, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos mencionados se aplicará el criterio correspondiente, al que tenga una fecha de aprobación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos, los expresados en este Pliego de Prescripciones Técnicas.

1.4. Normativa de la compañía suministradora

El presente proyecto ha sido redactado teniendo en cuenta las Normas de la Compañía Suministradora de Energía. No obstante, el Contratista se obliga a mantener

con ella el debido contacto con el Técnico Encargado, para evitar, siempre que sea posible, criterios dispares y complicaciones en la ejecución.

Las Normas particulares de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica “Iberdrola” son las que a continuación se indican:

- Proyecto tipo de Centro de Transformación Prefabricado Subterráneo MT – 2. 11. 02.
- Proyecto tipo de Línea Subterránea de AT hasta 30kV MT – 2. 31. 01.
- Proyecto tipo de Línea Subterránea de BT MT – 2. 51. 01.
- Celdas de AT bajo envolvente metálica hasta 36kV, prefabricados con dieléctrico de SF6 para Centros de Transformación NI – 50. 42. 11.
- Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV NI – 56. 43. 01.
- Cables unipolares RV con conductores de aluminio para redes subterráneas de BT 0,6/1kV NI – 56. 31. 21.
- Cuadros de distribución en BT para Centros de Transformación de interior NI – 50. 44. 02.
- Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión NI – 72. 30. 00

CAPÍTULO 2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.1. Obras comprendidas

El presente Proyecto comprende la ejecución de las obras y el suministro e instalación de los materiales necesarios para la construcción y reparación de las obras hasta su recepción definitiva, todo ello de acuerdo con la descripción que a continuación se expresa y hasta su total adecuación al contenido de los distintos documentos del Proyecto y a las órdenes de la Dirección de la Obra.

2.2. Obras civiles

Las Obras de Tierra comprenden la excavación, entibación y relleno de las zanjas para albergar las canalizaciones de las redes de media, baja tensión y alumbrado.

Las Obras de Fábrica comprenden las protecciones mecánicas de las canalizaciones, la reposición de firmes y pavimentos y las arquetas.

2.3. Medios y obras auxiliares

Están incluidos en la Contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución, conservación y reparación de las obras principales y para garantizar la seguridad en las mismas, tales como herramientas, aparatos, maquinaria, vehículos, grúas, andamios, cimbras, entibaciones, desagües y protecciones para evitar la entrada de aguas superficiales en sus desvíos o taponamiento de cauces y manantiales, extracciones de agua, agotamientos, barandillas y otros medios de protección para peatones en las excavaciones, avisos y señales de peligro, apeos de conducción de aguas, electricidad y otros servicios y servidumbres que aparezcan en las excavaciones, etc.

Se supone que estos capítulos llevan anejas las correspondientes obras auxiliares y las de conservación y reparación.

2.4. Conservación y reparación de las obras

El contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos menoscabos, ya sean adicionales, intencionados o producidos por el uso natural, aparezcan en las obras, de modo que al hacer su aceptación definitiva se encuentren en estado de conservación y funcionamiento, completamente aceptable a juicio de la Dirección de la Obra, sin que, pueda alegarse que las instalaciones hayan estado o no en servicio.

CAPÍTULO 3.- CONDICIONES DE LOS MATERIALES

3.1. Instrucciones complementarias

Todos los materiales empleados, aún los no relacionados en este Pliego, serán de primera calidad.

Después de la adjudicación definitiva de las obras y antes del comienzo de las mismas, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa cuantos catálogos, protocolos o muestras estime ésta convenientes, para el perfecto conocimiento de los materiales a instalar, no pudiendo emplear ninguno diferente a los especificados en el Proyecto, o no especificados en el mismo, sin la previa aceptación de la susodicha Dirección Facultativa.

3.2. Cobre

El cobre empleado en los conductores eléctricos, será cobre comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme, libre de todo defecto mecánico y con una proporción mínima del 99% de cobre electrolítico.

3.2.1. Características mecánicas

- La carga de rotura por tracción, no será inferior a 24 kg/mm^2 .
- El alargamiento no será inferior al 45% de su longitud antes de romperse, efectuándose normalmente las pruebas sobre muestras de 25 cm de longitud.

El cobre no será agrio de tal modo que, dispuesto en forma de conductor, se pueda arrollar sobre un cilindro de diámetro igual al del conductor sin que se agriete.

3.2.2. Características eléctricas

- La conductividad del cobre utilizado, no será inferior al 98% del patrón internacional.
- Su resistencia óhmica es de 1/58 ohmios por metro de longitud y mm² de sección a la temperatura de 20 grados.

Estos datos se refieren a conductores sencillos sin cablear, debiéndose tener en cuenta, para el caso de que el cable esté formado por dos o más hilos, un aumento de la resistencia óhmica por efecto del cableado, que no superará al 2% de la resistencia del conductor sencillo.

3.2.3. Pruebas

Se comprobará la buena calidad del material por el aspecto exterior, la superficie de fractura y los ensayos químicos y eléctricos que garanticen las condiciones descritas anteriormente:

- El aspecto exterior y la fractura, revelará una constitución y colocación homogénea, no presentando deformaciones e irregularidades, ni materiales extraños interpuestos. La existencia de heterogeneidades, se podrá comprobar mediante examen microscópico, sobre muestra debidamente pulida y atacada.
- El análisis químico mostrará una concentración mínima del 99% de cobre.
- La rotura por tracción será ocasionada como mínimo por una carga de 24 kg por mm², no encontrándose la sección de rotura a menos de 20 mm de cualquiera de las mordazas de sujeción, si esta prueba se hace sobre muestras de 25 cm de longitud aproximadamente.
- El alargamiento se determinará en la misma muestra del ensayo de rotura, no debiendo ser inferior al 25% de su longitud inicial.

- La prueba de arrollamiento, se verificará sobre un conductor, debiendo admitir un mínimo de cuatro veces su diámetro sin presentar muestras de agrietamiento.
- La resistencia eléctrica se determinará sobre muestras apropiadas de material o bien sobre los conductores, que constituyen el cable, siendo en todos los límites mínimos, los anteriormente indicados.

3.3. Aluminio

El aluminio empleado en los conductores eléctricos será aluminio comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme, libre de todo defecto mecánico.

3.3.1. Características mecánicas

- La carga de rotura por tracción no será inferior a 10 kg/mm^2 .

El aluminio no será agrio, de tal modo que dispuesto en forma de conductor, se pueda arrollar sobre un cilindro de diámetro igual a cinco veces el del conductor, sin que se agriete.

3.3.2. Características eléctricas

- La resistividad del aluminio utilizado, no será superior a $0,0267 \text{ ohmios por metro y mm}^2$ de sección, a la temperatura de 20 grados.

Esto se refiere a conductores sencillos sin cablear debiéndose tener en cuenta, para el caso de cables, un aumento de la resistencia óhmica por efecto del cableado, que no superará el 2% de la resistencia del conductor sencillo.

3.3.3. Pruebas

Se comprobará la buena calidad del material por el aspecto exterior, la superficie de fractura y los ensayos químicos y eléctricos que garanticen las condiciones descritas anteriormente:

- El aspecto exterior y la fractura revelarán una constitución y colocación homogénea, no presentando deformaciones e irregularidades, ni materiales extraños interpuestos. La existencia de heterogeneidad se podrá comprobar mediante examen microscópico, sobre muestra debidamente pulimentada y atacada.
- El análisis químico mostrará una concentración mínima del 99% de aluminio.
- La rotura por tracción será ocasionada, como mínimo, por una carga de 10 kg/mm^2 .
- La resistencia eléctrica se determinará sobre muestras apropiadas del material, o bien sobre conductores que constituyen el cable, siendo en todos los límites mínimos los anteriormente indicados.

3.4. Bronce, latón y otras aleaciones

Las piezas y dispositivos en que se empleen aleaciones de cobre, tendrán la proporción de este material que en cada caso se fije por la Dirección Facultativa, teniendo en cuenta su utilización y condiciones de trabajo.

Estas aleaciones serán de constitución uniforme, careciendo de sopladuras y otros defectos. Su fractura presentará una homogeneidad en la constitución y colocación.

3.5. Pinturas

Los materiales constitutivos de la pintura serán todos de primera calidad, finamente molidos y el procedimiento de obtención de la misma, garantizará la bondad de sus condiciones.

Tendrá la fluidez necesaria para aplicarse con facilidad a la superficie, pero con la suficiente coherencia para que se separen sus componentes y que puedan formarse capas de espesor uniforme, bastante gruesas. No se extenderá ninguna mano de pintura sin que esté seca la anterior, debiendo de transcurrir entre cada mano de pintura el tiempo preciso, según la clase, para que la siguiente se aplique en las debidas condiciones. Cada una de ellas cubrirá la precedente y serán de un espesor uniforme, sin presentar ampollas, desigualdades ni aglomeraciones de color. En cada caso, la Dirección Facultativa señalará el color de la pintura, así como las manos o capas que deberán darse.

La pintura será de color estable, sin que los agentes atmosféricos afecten sensiblemente a la misma.

Antes de procederse a la pintura de los materiales, será indispensable el haberlos limpiado por chorro de arena y rascado.

3.6. Pastas aislantes

La pasta aislante a emplear será en función del tipo de botella terminal, intemperie o interior, o del tipo de empalme si así fuese necesario.

La pasta que sea necesaria deberá ser certificada por la casa suministradora de las botellas o empalmes y no podrá ser usada en tanto no sea autorizada expresamente por la Dirección Facultativa, una vez suministrada la relación de características físicas y químicas así como su comportamiento eléctrico.

3.6.1. Pruebas

Podrá ser sometida a las pruebas de neutralidad química, absorción de agua, adherencia, rigidez dieléctrica, etc. que estén previstas en las normativas usuales para estos casos.

3.7. Cinta aislante

Serán de los tipos que los fabricantes de botellas y empalmes recomienden en cada etapa de la ejecución de los mismos, debiendo previamente ser sometidos a la aprobación de la Dirección Facultativa previa presentación de su tabla de características.

3.8. Aislantes varios

Responderán a las exigencias que se indiquen y no ejercerán acción corrosiva sobre los conductores y demás materiales a aislar. En el caso de los aislantes constituidos por materiales plásticos a base de cloruro de polivinilo u otra composición análoga se comprobará su resistencia a la humedad, así como también a las temperaturas comprendidas entre 50 y 60 grados, sin que se observen deterioros de ninguna naturaleza:

- El cloruro de polivinilo tendrá una densidad comprendida entre 1,6 y 1,7, con una resistencia continua a la temperatura mínima de 75 ° C.
- La rigidez dieléctrica en corta duración y para un espesor de 3,17 mm será de 17,5 kV/mm.
- Su higroscopicidad, en 24 horas de inmersión será nula y la acción de la luz sobre su coloración será débil.

3.9. Porcelana

La porcelana utilizada para aisladores, soportes, pasamuros, aisladores de seccionadores, etc. será de la mejor calidad, perfectamente blanca y traslúcida en espesores pequeños. El grano del bizcocho será fino y apretado, constituyendo un

material homogéneo y sonoro, sin irregularidades en su masa y de gran dureza, ya que no deberá ser rayado por el acero.

Toda la superficie del aislador, estará cubierta de un esmalte de color que se designe, muy duro, perfectamente liso y sin hendiduras ni grietas. Los materiales adoptados han de ser tales que el esmalte tenga un coeficiente de dilatación igual al del bizcocho que constituye la porcelana.

3.9.1. Pruebas

La prueba visual comprobará el aspecto exterior de la porcelana, que deberá ser perfectamente homogénea, con una cubierta de esmalte, sin hendiduras ni grietas. En la fractura, se apreciará una coloración perfectamente blanca y de grano fino, compacto y brillante, sin oquedades ni irregularidades en la masa. El esmalte deberá ser inalterable a la acción prolongada del agua y no lo atacarán los ácidos (excepto el fluorhídrico), ni las bases.

No se observará, en los aisladores de porcelana, grietas ni otros desperfectos que indiquen desacuerdo entre el barniz empleado y el bizcocho, al sumergirlos, alternativamente, cinco veces durante diez minutos cada vez, en dos recipientes, uno de agua hirviendo y otro a 0 ° C con cualquier cuerpo mezclado que impida su coloración. El peso del agua utilizado en cada recipiente, no deberá ser inferior a cuatro veces el peso del aislador a ensayar.

Se efectuarán las pruebas necesarias de rigidez dieléctrica y resistencia mecánica, para comprobar las cifras garantizadas por el fabricante.

3.10. Cables subterráneos de media tensión

Se emplearán cables de tres conductores aislados en Etileno Propileno del tipo HEPRZ1 y fabricados para 12/20 kV de tensión de aislamiento.

Estos cables serán construidos según la norma UNE 21024 y homologados por Iberdrola.

Las características de los cables proyectados serán las siguientes:

- **Aislamiento:** Etileno Propileno
- **Cubierta:** PVC
- **Sección:** 3 x 150mm²
- **Material:** Aluminio
- **Tensión:** 15 / 20 kV

3.10.1. Pruebas

La Dirección Facultativa podrá presenciar las pruebas pertinentes en los Laboratorios del Fabricante si así lo estima conveniente o exigir el acta correspondiente de su realización.

3.11. Cables subterráneos de baja tensión

Se utilizarán cables del tipo RV homologados por Iberdrola. Las características de los cables proyectados serán las siguientes:

- **Aislamiento:** Polietileno Reticulado
- **Cubierta:** PVC
- **Sección:** 3 x 150mm² y 3 x 240mm² (fases)
1 x 95 mm² y 1 x 150mm² (neutro)
- **Material:** Aluminio
- **Tensión:** 0,6 / 1 kV

3.12. Otras disposiciones

El Contratista informará por escrito a la Dirección Facultativa, del nombre del fabricante de los conductores y le enviará una muestra de los mismos.

Si el fabricante no reúne la suficiente garantía técnica a juicio de la misma, antes de instalar el cobre, comprobará sus características en un laboratorio oficial. Las pruebas se reducirán al cumplimiento de las condiciones anteriormente expuestas.

No se admitirán cables que presenten desperfectos iniciales, señales de haber sido utilizados con anterioridad o que no vayan en sus bobinas de origen.

No se permitirá el empleo de materiales de procedencia distinta en un mismo circuito.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

3.13. Cajas terminales y de empalme en la red de media tensión

Se utilizarán las cajas de empalme y terminales recomendados por el fabricante de cables para el tipo elegido aceptado en sus normas internas por la Compañía Suministradora.

Antes de proceder a la ejecución de los empalmes y terminales debe ser entregada a la Dirección facultativa la metodología de ejecución recomendada por el fabricante a fin de decidir el estar o no presente durante la ejecución.

El personal que efectúe los citados empalmes y terminales debe ser probadamente apto para su ejecución.

3.13.1. Pruebas

Deberán ser capaces de soportar las mismas pruebas de aislamiento que las necesarias a los cables que sirven.

3.14. Aparamenta

Los elementos que la constituyen son:

- Transformadores
- Conjuntos monobloque de cabinas
- Centro de Transformación prefabricados subterráneos
- Cuadros de Baja Tensión

En líneas generales, las tensiones de ensayo serán aquellas, que para los distintos casos especifique el Reglamento vigente de media y baja tensión, en estaciones transformadoras, así como las que correspondan a las normativas de Iberdrola.

3.14.1. Transformadores de potencia

Serán de las características y tipo de fabricación que indique la Compañía Suministradora de Energía y se someterán a sus protocolos de prueba. Para este proyecto las potencias de los transformadores serán de 400 kVA y 630 kVA.

3.14.2. Cabinas

Las celdas empleadas serán prefabricadas del tipo modular serie 8DH10 tipos RB2 para entrada-salida y TB2 para protección de transformadores con envolvente metálica y que utilicen SF₆ (hexafluoruro de azufre).

El conjunto de apartamento y juego de barras está encerrado en carcasa estanca, rellena de SF₆ a presión, sellada de acuerdo con la norma CEI 56.

Los interruptores deberán ser de frecuencia de maniobra elevada, según normas CEI 265 y el poder de corte de protección del transformador, por combinación de interruptor y fusibles, debe ser el definido en la norma CEI 240.

Las características eléctricas son:

- **Tensión de servicio:** 20 / 22 kV
- **Tensión soportada 1 minuto:** 50 kV
- **Tensión soportada a ondas de choque:** 125 kV

3.14.2.1. Pruebas

Las pruebas de recepción, se harán en plataforma de ensayos de la fábrica del Constructor y comprenderán las siguientes:

- Ensayos de funcionamiento mecánico.
- Pruebas de rigidez dieléctrica en seco, a frecuencia industrial entre piezas bajo tensión y masa, durante un minuto.
- Medida de velocidad de apertura y cierre de contactos.
- Calibrado de los fusibles de alto poder de ruptura.

3.14.3. Centro de Transformación prefabricado subterráneo

Construcción prefabricada de hormigón que no precisa de cimentación y permite el alojamiento de la aparamenta necesaria para la distribución en M. T. y B. T. así como los transformadores.

La resistencia del hormigón deberá ser superior a 25 kN/mm² y contará con un mallazo electrosoldado de acero 150 – 150/8 de 8 mm de diámetro.

La base será una cubeta de hormigón armado y llevará dispuesta los orificios para la entrada y salida de cables tanto en alta como en baja tensión.

Las paredes serán elementos prefabricados de hormigón armado y su acoplamiento se realizará por tornillos. Entre panel y panel de la pared se colocarán dobles juntas de espuma de neopreno para evitar la infiltración de la humedad. Asimismo, en las paredes irán dispuestas las puertas y rejillas de ventilación.

El sistema de unión de módulos debe garantizar una perfecta equipotencialidad del centro.

Los suelos estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado. Se colocarán por gravedad y en ellos se dispondrán los orificios que permiten el acceso a las celdas, cuadros eléctricos y transformadores. En la parte central se contará con placas de poco peso que faciliten el acceso a la parte inferior de la base.

Los techos estarán formados por elementos similares a las paredes con juntas también similares a estas que permitan un sellado posterior para garantizar la estanqueidad.

Las puertas y persianas estarán construidas en chapa de acero galvanizado y pintadas posteriormente.

Las persianas serán desmontables para facilitar la introducción o extracción del transformador y contará con finas mallas metálicas para impedir la penetración de elementos extraños (insectos, animales de pequeño tamaño, etc.).

3.14.4. Cuadros de distribución de baja tensión en centros de transformación

Serán de construcción metálica con perfiles laminados soldados y pintados en el tono que elija la Dirección Facultativa. Corresponden al tipo CBT-AC-4. A la armadura del cuadro se sujetarán todas las bases de los cortocircuitos, dejando las distancias convenientes entre ellos para la conexión de los conductores. Dicho cuadro se sujetará mediante tornillos a unos angulares encastrados en el parámetro vertical.

Los fusibles serán del tipo de alta capacidad de ruptura, de fusión retardada y calibrado a las intensidades que se indiquen posteriormente.

Se compondrán de zócalo fijo y cartucho recambiable con dispositivo indicador de fusión. Se servirán con ellos dos pinzas o tenazas para su extracción, sin necesidad de cortar la tensión.

No es necesario detallar más estos cuadros, debido a su gran sencillez y por estar además normalizados y homologados por la Empresa Distribuidora.

3.14.4.1. Pruebas

Una vez montados los cuadros, se les someterá a una tensión de 2500 V y a una frecuencia de 50 Hz durante sesenta segundos.

Para los cortocircuitos fusibles, integrantes del cuadro de baja tensión, se presentarán las curvas de fusión para comprobar que resisten hasta 1,3 veces su intensidad nominal durante dos horas, sin fundir y además han de cumplir las condiciones señaladas en la norma DIN 57670.

3.15. Tomas de tierras

Cualquier elemento metálico que no soporte tensión eléctrica, deberá estar conectado a tierra directamente, sin fusibles ni protección alguna. Esta conexión se hará por un conductor de cobre electrolítico de 35 mm² de sección, como mínimo, que finalmente estará conectado sobre el electrodo formado por una o varias picas 2,50 m de longitud. Los conductores de tierra deberán tener un contacto eléctrico perfecto, tanto en la unión con la parte metálica, como en la correspondiente al electrodo antes mencionado.

Los contactos deberán disponerse de forma que queden completamente limpios y sin humedad. Se protegerán de tal manera, que la acción del tiempo no pueda destruir las conexiones efectuadas por efectos electroquímicos.

El contacto entre el electrodo y el terreno depende de la constitución de éste, de su naturaleza, del grado de humedad y de la temperatura. Se estudiará el terreno y se acondicionará para favorecer el contacto, hasta lograr que la medición de la resistencia de la conexión no exceda de los 5 ohmios.

El tendido del circuito entre las partes metálicas y la toma de tierra, irá al descubierto. Para atravesar cualquier obra de fábrica se dispondrá de un tubo de acero de una pulgada para permitir en todo momento conocer por sobreinspección, si existe corte o rotura del conductor.

3.16. Pértigas y plataformas aislantes

Las pértigas tendrán una longitud máxima de 3,5 m y mínima de 2,5 m. Estarán construidas en madera o cualquier otra clase de material aislante de la suficiente rigidez mecánica. Llevarán necesariamente a 20 cm de su extremo un aislador de porcelana de tensión nominal de 25 kV, lo que constituirá el aislante fundamental de la misma, además del que pueda representar el propio elemento. La tensión de arco de contorno en seco será superior a los 80 kV.

Apoyada la pértiga libremente sobre sus extremos, deberá resistir mecánicamente y apoyado en su centro un peso de 40 kp.

La flecha en estas condiciones, no será superior a 15 cm medida en el centro.

Apoyada en la forma anterior, se dejará caer de una altura de 1 m una barra de acero de 10 cm de longitud y 1 kg de peso. Repetida la operación diez veces, no se deberá observar desperfecto alguno en la pértiga.

3.17. Placas indicadoras de peligro

En los centros de transformación se dispondrá de una placa de dimensiones de 30 x 20 cm en material duro (plástico o chapa) con la indicación de la expresión de la siguiente leyenda:

“ALTA TENSION”
“PELIGRO DE MUERTE”

Asimismo, se dispondrá en el local destinado a estaciones transformadoras, una placa con indicación escrita y gráfica de los primeros auxilios a efectuar en caso de electrocución o accidente grave. Esta placa estará compuesta por materiales similares a las anteriormente expuestas.

3.18. Canalizaciones

Las dimensiones de las canalizaciones se encuentran en los planos de detalle del presente proyecto específico.

3.19. Tubos

Los tubos serán de PE flexibles, de color rojo, de 160 mm de diámetro para media tensión y baja tensión y sus características y fabricantes están reflejados en la norma de Iberdrola 5.59.80.02.

Los tubos ocupados con cables se sellarán con pasta de poliuretano expandido ref. CB120 HILTI.

La disposición de los tubos en la canalización se encuentra en el plano correspondiente de Canalizaciones.

Se dejará una guía de alambre galvanizado de 2,5 mm de diámetro en todos los tubos. Los tubos a lo largo de la zanja en sus embocaduras irán conectados mediante juntas de manguito.

Se mandrilarán los tubos en su totalidad, tanto por el ejecutor de la obra civil como por el instalador que vaya a realizar el tendido. El mandrilado se hará una vez cerrada y compactada la zona canalizada.

3.20. Arquetas

Las arquetas serán de fábrica de ladrillo macizo de media asta sin enlucir y las dimensiones se encuentran reflejadas en los planos de detalle.

Para baja y media tensión se colocarán arquetas en todas las derivaciones o cambios de alineación de las líneas. En tramos rectos no habrá distancias superiores a 50 metros sin que haya una arqueta de registro intermedia. El tamaño del registro irá de acuerdo con el plano de detalle.

El fondo de las arquetas será permeable para permitir la filtración del agua de la lluvia.

Las embocaduras de los tubos en las arquetas, se dispondrán de tal forma que sean coincidentes en disposición y cota a los ejes de los mismos.

3.21. Marcos y tapas

Las características, dimensiones y fabricantes se encuentran en la norma de Iberdrola 5.59.50.08. Los marcos y tapas se colocarán encima de las arquetas, tanto de las de fábrica de ladrillo como en las de prefabricadas de hormigón, para hacer registrables éstas, tanto en acero como en calzada, existiendo en la norma las dos versiones para aplicar en cada caso.

CAPÍTULO 4.- CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1. Orden de los trabajos

La Dirección Facultativa fijará el orden en que deben llevarse a cabo los trabajos, y la Contrata está obligada a cumplir exactamente cuanto se disponga sobre el particular.

4.2. Condiciones generales de ejecución

Para el montaje de instalaciones de canalizaciones eléctricas se ejecutarán, en su totalidad, con el máximo esmero y corrección, siguiéndose las normas de la buena práctica, las definidas en el capítulo anterior y las que en su momento dicte la Dirección de la Obra.

No se fijan en este capítulo, cómo han de ser ejecutadas las obras, ya que se sobreentiende que deben ajustarse a la mejor tecnología del momento, y que la contrata encargada de la ejecución de los trabajos será de máxima solvencia, apoyada con la vigilancia del personal Técnico de la Compañía Suministradora y la Dirección de la Obra.

CAPÍTULO 5.- PRUEBAS MÍNIMAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

5.1. Pruebas para la recepción provisional de las obras

Para la recepción provisional de las obras, una vez terminadas, el Director de Obra y los Técnicos Municipales del Ayuntamiento procederán, en presencia de los representantes de la Compañía Suministradora y del Contratista encargado de los trabajos, etc. a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas de acuerdo al presente Proyecto, a las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de Obra.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada por su tensión de servicio normal, megada y demostrado su correcto funcionamiento.

5.1.1. Reconocimiento de las obras

Antes del reconocimiento de las obras, el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas completamente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes,

restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de la excavación y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo, que se corresponden con las muestras que tengan en su poder si las hubiera, y que no sufren deterioro en su aspecto o fraccionamiento. Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, que la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto, terminadas y rematadas completamente.

En general, se llama la atención sobre la verificación de los siguientes puntos:

- Secciones y tipos de canalizaciones utilizadas.
- Compactación de las zanjas y reposición de firmes y pavimentos afectados.
- Continuidad en las líneas de media y baja tensión.
- Geometría de las obras de fábrica de las arquetas.
- Acabado de los centros de transformación.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar con las instalaciones eléctricas los ensayos que se indican a continuación:

- Comprobación visual general de la instalación.
- Comprobación del disparo de los relés de los interruptores automáticos debiendo hacerse constar todos estos extremos, en la Certificación de Dirección y Terminación de Obra correspondiente a esta instalación.
- Medición de la resistencia de las tomas de tierra.
- Medición de las tensiones de paso y tensiones de paso aplicadas.
- Medición de las tensiones de contacto y tensiones de contacto aplicadas.
- Medición de las posibles tensiones transferidas, reales y aplicadas.

5.2. Pruebas para la recepción definitiva de las obras

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

CAPÍTULO 6.- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

Las unidades de las obras civiles se medirán y abonarán según las prescripciones del P. P. T. P. U.

Las instalaciones de canalizaciones eléctricas se medirán y abonarán por su longitud o simplemente por el número de unidades, de acuerdo con la definición de las mismas que figuran en el cuadro de precios y se abonará los precios señalados en el mismo.

La medición y abono al Contratista de obras ejecutadas debe referirse a unidades totalmente terminadas a juicio exclusivo de la Dirección Facultativa. Solamente en casos excepcionales se abonarán obras incompletas y acopios de materiales.

Para las primeras se usará la descomposición de precios: los materiales acopiados se abonarán como máximo a las $\frac{3}{4}$ partes del importe que les corresponda en la descomposición de precios.

Las unidades de obra que se precisen descomponer o que den lugar a presupuesto parcial, así se estudiará.

La medición de las unidades de obra ejecutadas se llevará a cabo conjuntamente con la Dirección Facultativa y el Contratista, siendo de cuenta de este último todos los gastos de material y personal que se originen.

CAPÍTULO 7.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

7.1. Certificados

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto (suscrito por técnico competente).
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica Suministradora.

Y a su vez, el titular de la instalación, deberá poseer, a la recepción de la misma los siguientes documentos:

- Ejemplar del Proyecto Técnico inicial de la instalación, copia fidedigna del presentado ante la Administración.
- Copia de la Certificación de Dirección y Terminación de Obra, con las variaciones y modificaciones que se hubieran producido durante la ejecución de las instalaciones, así como los valores de las mediciones efectuadas.
- Copia del boletín de enganche a la red eléctrica, correspondiente a la instalación, adecuadamente diligenciado por la Administración.

7.2. Libro de órdenes

Se dispondrá en este proyecto del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

Salvo especificación documentada en contrario, el Director Técnico de la Obra será el Técnico autor del proyecto correspondiente.

A los efectos del buen desarrollo de la obra e instalaciones, en este libro de órdenes se recogerán todas las notas, modificaciones, observaciones, etc. que se estimen oportunas.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Este documento posee un breve estudio sobre la seguridad y salud que hay que tener en cuenta en las obras y en la manipulación de determinados elementos

CAPÍTULO 1.- OBJETO

El objeto de este documento es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello, relación de riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo este Estudio de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio y al artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, el Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

CAPÍTULO 2.- CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Estudio de Seguridad y Salud es de aplicación en las obras de construcción, mantenimiento y desguace o reparación de instalaciones de líneas subterráneas y centros de transformación que se realizan dentro del Negocio de Distribución de Iberdrola (REDEL).

CAPÍTULO 3.- NORMATIVA APLICABLE

3.1. Normativa oficial

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Ley 8/1980 de 20 de Marzo por el que se aprueba Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 1/1994, de 20 de Junio, siendo texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de Enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, otorgando las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre otorgando las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo de año 1971.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre Disposiciones Mínimas para la Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores frente al Riesgo Eléctrico.
- Real Decreto 3275/1982 aprobando el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de Abril, relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, relativo a la utilización por parte de los trabajadores de los Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, relativo a la utilización por parte de los trabajadores de los Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril, en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento

3.2. Normativa de la Compañía Suministradora

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.
- Plan Básico de Prevención de Riesgos Laborales para Empresas Contratistas (MO – REDEL 11.05.02).

Además de éstas, Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que pueden afectar a las actividades desarrolladas por el Contratista, cuya relación se adjuntará a la Petición de Obra.

CAPÍTULO 4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

4.1. Descripción de la obra

El presente Estudio de Seguridad y Salud comprende las obras de electrificación y alumbrado público de la Urbanización objeto del presente proyecto. Las instalaciones comprenden la red subterránea de media tensión, tres centros de transformación, la red de distribución de baja tensión y la red de alumbrado público.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

4.2. Suministros de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa Constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

4.3. Suministro de agua potable

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc. En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

4.4. Servicios higiénicos

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios según el Real Decreto 1627/1997, tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos de agua fría y caliente, espejos, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado. En caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al Medio Ambiente.

4.5. Servidumbres y condicionantes

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

CAPÍTULO 5.- DESARROLLO DEL ESTUDIO

Antes de comenzar cada jornada de trabajo, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta para eliminarlos o minimizarlos. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

5.1. Conjunto de la obra

Los riesgos más frecuentes que se manifiestan en la obra son:

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de objetos sobre terceros.
- Choques o golpes contra objetos.
- Fuertes vientos.
- Ambientes polvorientos.
- Trabajos en condición de humedad.
- Contactos eléctricos, tanto directos como indirectos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Sobreesfuerzos.

Las medidas preventivas que se deben tomar y las protecciones colectivas a usar serían:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo.
- Recubrimiento o distancia de seguridad mínima de 1 metro a líneas eléctricas de baja tensión.
- Recubrimiento o distancia de seguridad mínima de 3 a 5 metros a líneas eléctricas de alta tensión.

- Iluminación adecuada y suficiente proporcionada por el alumbrado de obra.
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.
- Señalización correcta de la obra.
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 metros de distancia.
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura de 2 metros.
- Marquesinas rígidas sobre los accesos de la obra.
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes.
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B.
- Evacuación de escombros.
- Escaleras auxiliares.
- Información específica.
- Grúa parada en posición veleta.

Los equipos de protección individual a utilizar en estos casos serían:

- Cascos de seguridad.
- Calzado protector.
- Ropa de trabajo.
- Casquetes antirruidos.
- Gafas de seguridad.
- Cinturones de protección.

5.2. Movimientos de tierras

Los riesgos más frecuentes que se manifiestan en cuanto al movimiento de tierras son:

- Desplome, hundimientos y desprendimientos del terreno.
- Caídas de materiales transportados.
- Caídas de operarios al vacío.

- Atrapamientos y aplastamientos.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas.
- Ruidos y vibraciones.
- Interferencia con instalaciones enterradas.
- Electrocuci3nes.

Las medidas preventivas que se deben tomar y las protecciones colectivas a usar serían:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras.
- Achique de aguas.
- Creación de pasos y pasarelas.
- Separación del tránsito de vehículos y operarios.
- No acopiar junto al borde de la excavación.
- No permanecer bajo el frente de excavación.
- Instalar barandillas a 0,9 metros en los bordes de excavación.
- Acotar las zonas de acción de las máquinas.
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos.

5.3. Montaje y puesta en tensión

Los riesgos más frecuentes que se manifiestan en la descarga y el montaje de elementos prefabricados son:

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.

- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

Las medidas preventivas que se deben tomar y las protecciones colectivas a usar serían:

- Tener una trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de las cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de las líneas eléctricas de alta tensión.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

Los riesgos más frecuentes que se manifiestan en la puesta en tensión son:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en alta tensión y baja tensión.
- Arcos eléctricos en alta y baja tensión.
- Elementos candentes y quemaduras.

Las medidas preventivas que se deben tomar y las protecciones colectivas a usar serían:

- Coordinar con la empresa suministradora las maniobras eléctricas a realizar.
- Apantallar los elementos en tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión.

Los equipos de protección individual a utilizar en estos casos serían:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.
- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

5.4. Pruebas y puesta en servicio de instalaciones

Los riesgos más frecuentes que se manifiestan en las pruebas y la puesta en servicio de las instalaciones son:

- Golpes y choques.
- Heridas.
- Caídas de objetos.
- Atrapamientos.
- Contacto eléctrico directo e indirecto en alta tensión como en baja tensión.
- Arcos eléctricos tanto en alta como en baja tensión.
- Contacto con elementos candentes y sus consecuentes quemaduras.

Las medidas preventivas que se deben tomar para minimizar esos riesgos son:

- Mantenimiento correcto de los equipos y una buena utilización de los Equipos de Protección Individual.
- Adecuación de las cargas.
- Control total sobre las maniobras.
- Vigilancia continuada.
- Aplicar las cinco reglas de oro.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.

CAPÍTULO 6.- TRABAJOS LABORALES ESPECIALES

En la siguiente relación se contemplan aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del Real Decreto 1627/1997.

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión se debe señalizar y respetar una distancia mínima de seguridad de 5 metros y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.

CAPÍTULO 7.- ASISTENCIA SANITARIA

EL Contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un Plan de Emergencia para Atención del Personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

De acuerdo con el apartado A-3 del Anexo VI del Real Decreto 486/1997, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la Empresa Constructora.

CAPÍTULO 8.- PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del artículo 6 del Real Decreto 1627/1997, establece que en el Estudio se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar

en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta.
- Barandillas en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza de fachada.
- Ganchos de ménsula.
- Pasarelas de limpieza.

HOJAS DE CARACTERÍSTICAS

En el siguiente anexo se adjuntan todas las hojas de catálogo de los elementos que se han utilizado en la electrificación y el alumbrado

CAPÍTULO 1.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Centros Monobloque Subterráneos PFS hasta 2 transformadores



PRESENTACIÓN PFS-2T

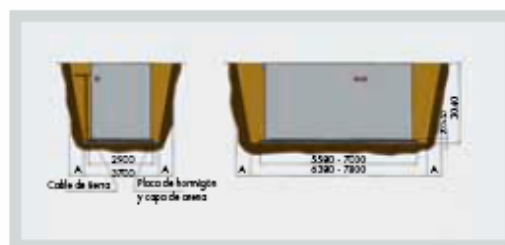
Los PFS son Centros de Transformación de estructura monobloque, diseñados para su instalación subterránea, que pueden incorporar en su interior diferentes esquemas de distribución eléctrica, lo que permite su uso tanto para Centros de distribución pública como para instalaciones privadas.

El carácter subterráneo, y la facilidad de adaptación de la superficie de estos Centros, reducen al mínimo su impacto sobre el entorno.

Se dispone de dos versiones diferenciadas según el sistema de ventilación: PFS-V (ventilación con rejillas verticales - saliente) y PFS-H (ventilación con rejillas horizontales - no saliente).



PFS



Acabado de un PFS-V de 1 transformador



ÁMBITO DE APLICACIÓN

Los Centros de Transformación PFS pueden ser utilizados en distribución eléctrica hasta 36 kV, incorporando un transformador con una potencia máxima de 1000 kVA ó 2 transformadores de potencia máxima de 630 kVA⁽¹⁾.



Acabado de un PFS-H



INSTALACIÓN

La instalación se reduce a la introducción del edificio en la excavación, posicionándolo sobre una capa de arena compactada y una placa de hormigón, y a la conexión de los cables de acometida y tierra, ya que la instalación de la armadura eléctrica puede ser realizada en fábrica. Todo esto limita la operación "in situ" a una jornada, reduciendo los costos y asegurando una calidad uniforme para todos los Centros.

Los PFS han sido diseñados para su instalación en jardines y aceras (incluso las no protegidas del acceso ocasional de vehículos, según la Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera), y su acabado puede hacerse en fábrica, o en obra mediante grava, baldosa, etc.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MIE-RAT
UNE-EN 61330, RU 1303A
UNE-EN 60298, RU 6407B
UNE 21428-1, HD 428, RU 5201D
UNE 21538, HD 538
UNE-EN 60439-1, RU 6302B



Manipulación en obra

(1) Para otras condiciones, consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

Centros de Transformación



EXPLLOTACIÓN

El acceso del personal se realiza por un hueco de 1300 x 700 mm. Esta entrada está cubierta por una tapa equilibrada, que permite su apertura por un solo operario, y que al abrirse despliega una protección perimetral metálica alrededor del hueco de acceso. El descenso al Centro de Transformación se realiza por una escalera, con un ángulo de inclinación inferior a 68°. El pasillo de maniobra está alejado de la zona de acceso, evitando con ello la caída de agua de lluvia sobre éste.

Las tapas de acceso de los transformadores presentan un hueco de 2100 x 1270 mm, y disponen en su parte exterior de cuatro insertos roscados para su manipulación. Dentro del Centro, los transformadores se encuentran separados por medio de una placa, y situados sobre el foso de recogida de aceite.

El acceso de materiales se realiza por una tapa específica que presenta también cuatro insertos en el exterior para su manipulación.



Celdas CGM 36 kV en un PFS



PFS-V-IT con puerta de peatón abierta.



CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Su estructura monobloque, de gran resistencia mecánica, está compuesta por hormigón vibrado, y armaduras electrosoldadas unidas al colector de tierra del Centro de Transformación.

La impermeabilización de la superficie de hormigón, que es resistente a la presencia de sulfatos en el terreno, y la existencia de juntas estancas en los accesos laterales de cables y en las tapas superiores, permiten su instalación en terrenos con nivel freático alto, e incluso en aquellos con riesgo de inundación.

DIMENSIONES Y PESOS	1 Transformador		2 Transformadores	
	PFS-H	PFS-V	PFS-H	PFS-V
Longitud [mm]	6.180	5.140	7.600	6.560
Anchura [mm]	2.460	2.460	3.000	2.460
Altura (profundidad) [mm]	2.790	2.790	2.790	2.790
Altura vista [mm]	0	610/820	0	610
Peso máximo [kg]	25.000	24.000	29.000	26.400



1.1. Transformador



TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

CARACTERISTICAS GENERALES.

El presente catálogo trata de transformadores sumergidos en líquido aislante, refrigeración natural en aceite (ONAN), trifásicos, de 50 a 2500 kVA, instalación interior o intemperie, 50 ó 60 Hz de llenado integral.

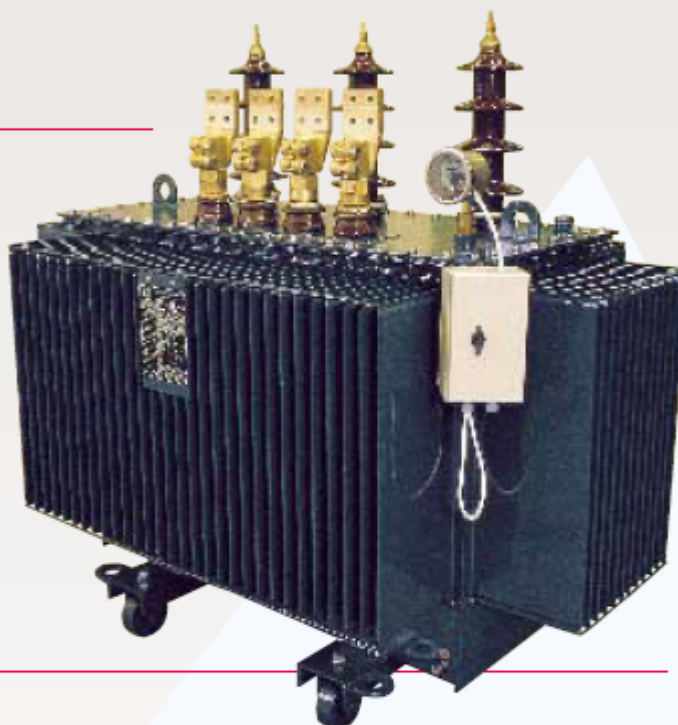
NORMAS DE CONSTRUCCION.

Estos transformadores se construyen según normas:

UNE 21428, UNE 20101/CEI 76,
así como UNE 21320, UNE 48103, UNE EN 60551,
UNE 20110, UNE 20145, UNE 20596 y UNE EN 50 180.

Otros documentos aplicables:

HD 398, HD 428, ETU 5201 E
y Recomendaciones UNESA.



POTENCIAS ASIGNADAS

50 - 100 - 160 - 250 - 315 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1000 - 1250 - 1600 - 2000 - **2500 kVA.**

* Se consideran potencias preferentes los valores en negrita.

ALTA TENSION

La tensión más elevada para el material es ≤ 36 kV.

Debido a la diversidad de tensiones existentes no se indican los valores específicos de este parámetro. Bajo demanda pueden suministrarse transformadores aptos para funcionar con dos valores diferentes de la tensión primaria mediante un conmutador de tensiones en el primario accionable sin carga ni tensión o mediante un cambio de bornas bajo tapa.

BAJA TENSION

El valor asignado de la tensión secundaria en vacío es 420 V; otras bajo demanda. Cuando por necesidades de la utilización se precisen dos tensiones, se pueden suministrar transformadores con bitensión simultánea. Los valores asignados en este caso de la tensión en vacío son: 420 y 242 V.

Para la salida de tensión más baja, la potencia es $K \times P_r$.

El reparto de potencias en caso de cargas simultáneas es $\frac{P_1}{K} + P_2 = P_r$ siendo:

P_1 = Potencia suministrada en 242V

P_2 = Potencia suministrada en 420V

P_r = Potencia asignada del transformador

$K = 0,75$

GRUPOS DE CONEXION

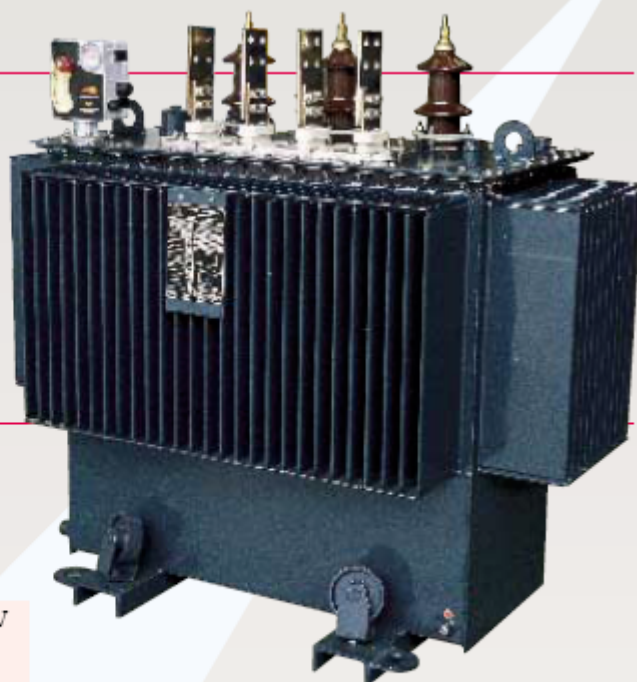
Los acoplamientos normales son:

- Para una potencia asignada igual o inferior a 160 kVA: Yzn11
- Para una potencia asignada superior a 160 kVA: Dyn11

NIVELES DE AISLAMIENTO

De acuerdo con las norma UNE 20101 y CEI-76, se establecen en función de la tensión más elevada para el material cuyo valor sea el inmediato superior al de la tensión asignada.

Tensión más elevada para el material.	12 kV	17,5 kV	24 kV	36 kV
Tensión de ensayo	28 kV	38 kV	50 kV	70 kV
Ensayo de choque	75 kV	95 kV	125 kV	170 kV



CALENTAMIENTO

Según las normas UNE 20101 y CEI 76, en régimen de funcionamiento normal:

- 60° K máximo en el aceite.
 - 65° K medio en los arrollamientos.
- Otros calentamientos bajo pedido.

VENTAJAS DEL LLENADO INTEGRAL

Los transformadores objeto de las normas UNE 21 428 deben disponer de alguno de los siguientes sistemas de expansión de aceite:

- a) Un depósito de expansión exterior.
- b) Una cámara de aire baja tapa.
- c) Una cuba elástica de llenado Integral.

Alkargo recomienda la opción c) a la que se refieren los datos de este catálogo, ya que aporta las siguientes ventajas:

1. Menores dimensiones al no disponer de deposito de expansión o cámara de aire, con lo que se facilita el transporte y la ubicación del transformador.
2. Menor peso total.
3. Menor riesgo de fugas al no presentar puntos débiles, tales como la soldadura de unión del deposito de expansión con la tapa, niveles de mirilla, desecador, etc...
4. Bajo grado de mantenimiento, debido a la ausencia de ciertos elementos, tales como el desecador y los indicadores de nivel de líquido.
5. Menor degradación del líquido aislante (aceite) por oxidación y por absorción de humedad al no estar en contacto con el aire por lo que se conserva de forma ideal.
6. Mejor conservación de las juntas, al no estar en contacto con el aire por lo que mantienen en mayor grado su elasticidad.



CARACTERISTICAS ELECTRICAS.

En las dos tablas siguientes se indican los valores nominales garantizados de acuerdo con la norma UNE 21428-1 (1996), CEI-76 y el documento HD 428.
Estos valores son válidos con una sola tensión secundaria, aunque tengan más de una en el primario y 50 Hz.

Tensión mas elevada para el material ≤ 24 kV

Baja Tensión B2 420 V

Potencia (kVA)	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Pérdidas en vacío (Wo)	190	320	460	650	930	1300	1550	1700	2130	2600	3100	3800
Pérdidas en carga (Wc) a 75°C	1100	1750	2350	3250	4600	6500	8100	10500	13500	17000	20200	26500
Tensión de cortocircuito % a 75°C	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
Rendimiento con $\cos \varphi=1$ 4/4 P.C.	97,48	97,97	98,27	98,46	98,64	98,78	98,81	98,79	98,77	98,79	98,84	98,80
3/4 P.C.	97,89	98,29	98,53	98,70	98,84	98,96	99,00	99,00	98,97	99,00	99,04	99,01
2/4 P.C.	98,17	98,51	98,70	98,84	98,98	99,07	99,12	99,14	99,13	99,16	99,18	99,18
1/4 P.C.	97,97	98,31	98,51	98,65	98,80	98,93	98,98	99,07	99,06	99,09	99,14	99,13
Rendimiento con $\cos \varphi=0,8$ 4/4 P.C.	96,88	97,48	97,85	98,09	98,30	98,47	98,52	98,50	98,46	98,50	98,56	98,51
3/4 P.C.	97,37	97,87	98,17	98,37	98,56	98,70	98,75	98,75	98,72	98,76	98,80	98,77
2/4 P.C.	97,73	98,14	98,38	98,56	98,72	98,84	98,91	98,93	98,91	98,95	98,98	98,97
1/4 P.C.	97,48	97,90	98,14	98,32	98,50	98,66	98,73	98,84	98,82	98,87	98,92	98,92
Caída de Tensión a plena carga $\cos \varphi=1$	2,26	1,81	1,54	1,37	1,22	1,10	1,18	1,22	1,25	1,23	1,18	1,23
Caída de Tensión a plena carga $\cos \varphi=0,8$	3,77	3,58	3,43	3,33	3,25	3,18	4,44	4,47	4,49	4,48	4,44	4,48
Nivel de Ruido, Potencia acustica dB(A)	52	56	59	62	65	67	68	68	70	71	73	76

P.C. = Plena carga



DIMENSIONES Y PESOS

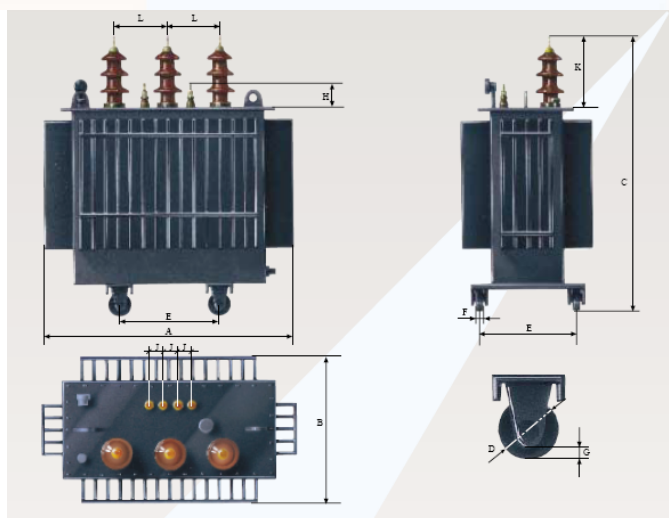
Los datos indicados en las tablas son aproximados y corresponden a transformadores de aceite en **llenado integral**, que cumplan las características eléctricas descritas en las tablas anteriores.

Para otros niveles de pérdidas diferentes, doubles tensiones de AT y BT, diferentes tensiones de aislamiento, transformadores de silicona, etc ..., estas dimensiones no son válidas, consúltenos.

Tensión más elevada para el material ≤ 24 kV.

Baja Tensión B2 420V.

Potencia.	kVA	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Longitud. (mm)	A	870	950	1170	1240	1440	1540	1740	1860	1920	1860	2040	2100
Anchura. (mm)	B	720	720	720	870	870	960	1040	1120	1120	1100	1160	1350
Altura. (mm)	C	1270	1310	1350	1440	1490	1490	1560	1640	1810	1990	2005	2055
Diametro Rueda. (mm)	D	125	125	125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
Entre ejes. (mm)	E	520	520	520	670	670	670	670	670	820	820	820	1070
Espesor rueda (mm)	F	40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
Altura libre (mm)	G	35	35	35	35	35	35	35	35	45	45	45	45
Altura de Aisladores de BT (mm)	H	125	125	125	175	175	275	275	325	325	355	355	355
Separación de Aisladores de BT (mm)	J	80	80	80	150	150	150	150	150	150	200	200	200
Altura de Aisladores de AT (mm)	K	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385
Separación de Aisladores de AT (mm)	L	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
Peso liquido aislante:	Kg.	115	120	175	235	260	310	460	490	640	830	1030	1170
Volumen liquido aislante	l.	128	134	195	262	290	346	485	547	715	927	1150	1300
Peso total	Kg.	460	590	810	1040	1410	1670	2240	2640	3330	3910	4850	5500





EQUIPO BASE

Incluidos en el suministro de todos y cada uno de los transformadores:

- 3 pasatapas de Alta Tensión.
- 4 o 7 pasatapas de Baja Tensión.
- Conmutador de 5 posiciones para regulación, situado en la tapa y accionable con el transformador sin tensión.
- 2 cáncamos de elevación y desencubado.
- Orificio de llenado con rosca exterior M-40 x 1,5 provisto de tapa roscada.
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras en la parte inferior de la cuba.
- 4 ruedas bidireccionales orientables a 90°.
- 2 tomas de puesta a tierra, situadas en la parte inferior con tornillo M-10.

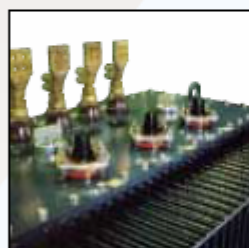


ACCESORIOS OPCIONALES

- Termómetro de esfera de dos contactos.
- Caja de bornas.
- Pasatapas enchufables de AT.
- Termostato.
- Cajas de cables de BT y AT.
- Bloque de Protección y control:



Termómetro de esfera de dos contactos.



Pasatapas enchufables de AT.



Caja de bornas.

Realiza las funciones siguientes: detección de la emisión de gases del líquido dieléctrico (disparo), detección de un aumento excesivo de la presión que se ejerce sobre la cuba (disparo), lectura de la temperatura del líquido dieléctrico y la visualización del nivel del líquido. (contactos de alarma y disparo regulables.)

- Pasabarras de BT.



Bloque de Protección y control



Pasabarras de BT.

Si el transformador corresponde a un diseño con depósito de expansión:

- Relé Buchholz.
- Desecador de silicagel.
- Nivel magnético.
- Indicador de nivel.
- Otros.



Desecador de silicagel.



Relé Buchholz.

1.2. Celdas de Media Tensión

SIEMENS

Celdas compactas aisladas en SF₆ Tipo 8DH10

Sistema de celdas de distribución hasta 24 kV, aisladas en SF₆, extensibles

Aplicación

8DH10 es un sistema de celdas compactas en ejecución fija con aislación en SF₆. Su diseño es apto para el uso en distribución de energía o como tablero de entrada en industrias y edificios.

Son totalmente independientes del clima o el lugar y altura de instalación.

Características

El sistema 8DH10 está compuesto por celdas de interruptor en vacío, seccionador, seccionador fusible, medición, que utilizan SF₆ como medio de aislación. Todos estos paneles cuentan con ensayos de tipo según normas internacionales, incluso arco interno.

Cumple con las exigencias de todo tablero de media tensión, y además:

Alto grado de seguridad del personal, con enclavamientos que impiden el acceso a partes bajo alta tensión.

Simplicidad de instalación o aplicación.

Independiente de los factores climáticos y del medio ambiente.

Mínimo requerimiento de espacio.

Libre de mantenimiento durante su vida útil.

Barras colectoras con aislación sólida y conexión tipo enchufable.

Fusibles en ejecución extraíble ubicados en cámaras unipolares encapsuladas en resina que previene fallas multipolares.

Todas las partes bajo alta tensión están protegidas contra la humedad, contaminación, vapor y gases corrosivos, polvo y pequeños animales.

Admite conexión de cables hasta 300 mm² con conectores tipo T-plug.

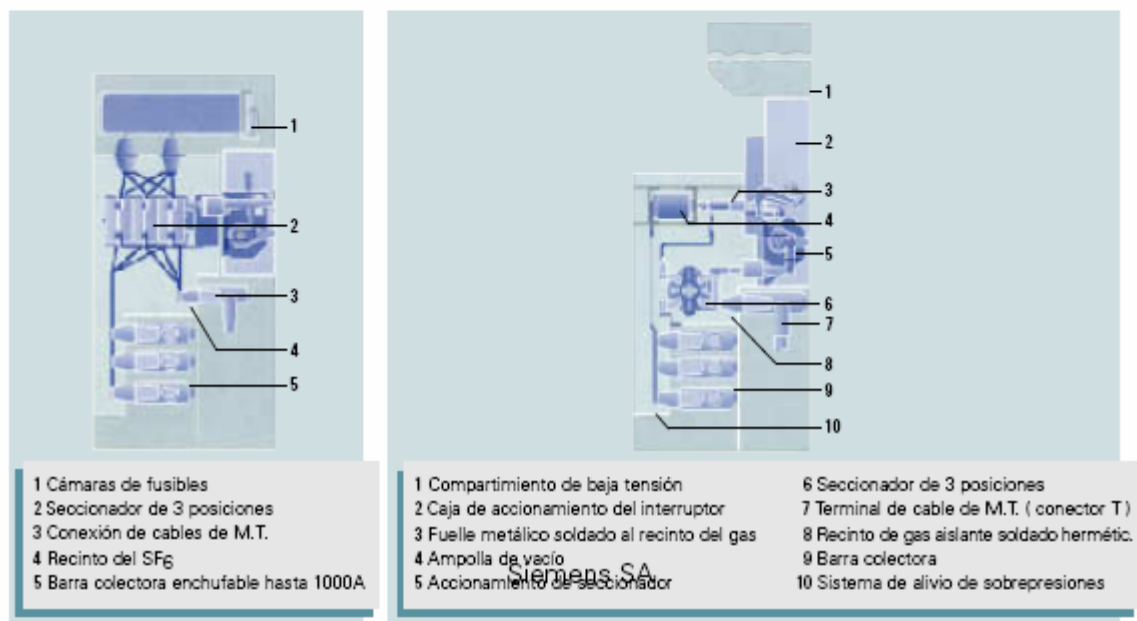
El seccionador de 3 posiciones es bajo carga y tiene capacidad de cierre en cortocircuito.



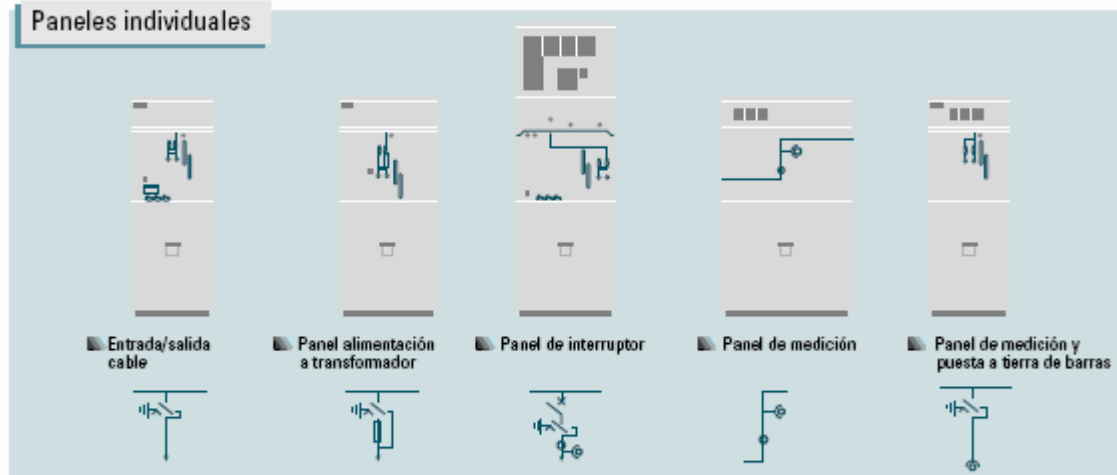
Datos técnicos (valores nominales)

Tensión nominal (kV)	7,2	15	24
Tensión soportada a frec. industrial (kV)	20	36	50
Tensión resistida a impulso (kV)	60	95	125
Corriente de apertura de interruptores (kA)	25	25	16
Corriente de corta duración (1s) (kA)	25	25	16
Corriente de cierre en cortocircuito (kA)	63	63	63
Corriente barras colectoras (A)	630/1000	630/1000	630/1000
Corriente de alimentadores			
• Panel interruptor (A)	630	630	630
• Panel entrada/salida cables (A)	630	630	630
• Panel salida a transformadores (A)	200	200	200

Celdas compactas aisladas en SF₆ Tipo 8DH10



Paneles individuales



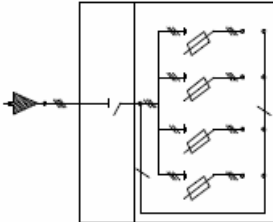


Dimensiones (mm)

Ancho	350	500	500	850	500
Profundidad	780	780	780	780	780
Alto	1400	1400	2000	1400/2000*	1450

* Con compartimento de baja tensión

1.3. Cuadros de distribución de Baja Tensión

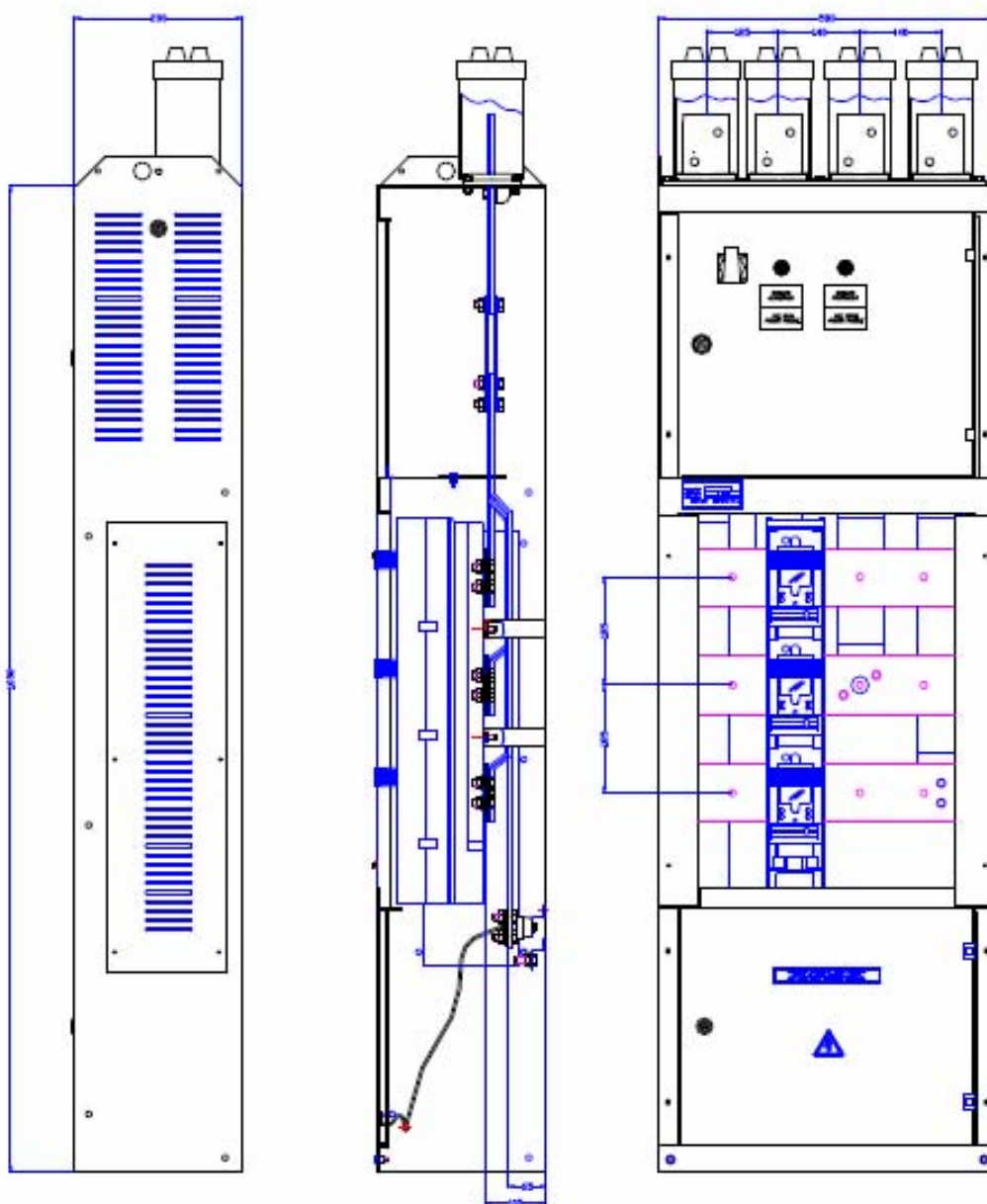
<div></div>	<div><div>FICHA TÉCNICA</div><div>CUADRO DE DISTRIBUCIÓN MODULAR DE BAJA TENSIÓN PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN AC-4</div></div>	<div>Edición Nº 3 21/03/06 Página 1 de 1</div>									
<div><div>1600 A</div><div></div></div>	<div><div>ESQUEMA UNIFILAR:</div><div></div></div> <div><div>CARACTERÍSTICAS:</div><table><tr><td>AMPERAJE</td><td>1600 A</td></tr><tr><td>INSTALACIÓN</td><td>Interior</td></tr><tr><td>ENVOLVENTE</td><td>Metálica</td></tr><tr><td>Nº DE SALIDAS</td><td>4 Ampliable con modulo de ampliación AM-4</td></tr><tr><td>TIPO DE SALIDAS</td><td>*BTVC 250/400/630/800/1260 A</td></tr></table><div>*BTVC: Base tripolar vertical desconectable en carga. Puede duplicarse el nº de salidas sustituyendo BTVC de tamaño 12/3 por BTVC-00 (160 A)</div></div> <div><div>APLICACIONES:</div><div>Cuadro de baja tensión para centros de transformación de interior.</div></div>	AMPERAJE	1600 A	INSTALACIÓN	Interior	ENVOLVENTE	Metálica	Nº DE SALIDAS	4 Ampliable con modulo de ampliación AM-4	TIPO DE SALIDAS	*BTVC 250/400/630/800/1260 A
AMPERAJE	1600 A										
INSTALACIÓN	Interior										
ENVOLVENTE	Metálica										
Nº DE SALIDAS	4 Ampliable con modulo de ampliación AM-4										
TIPO DE SALIDAS	*BTVC 250/400/630/800/1260 A										

DIMENSIONES:

1810 X 580 X 290 (mm)

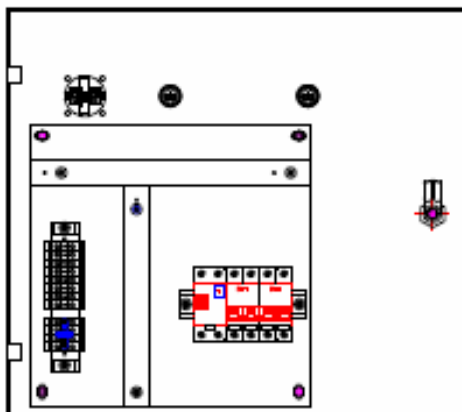
DIMENSIONES: 1810 X 580 X 290 (mm)

Descripción del Material: CUADRO DE BAJA TENSIÓN MÓDULO DE ACOMETIDA PARA CT CON 4 BASES TRIPOLARES BTVC DE 400 A. DESIGNACIÓN : CBT – AC – ETU 6302B																							
Denominación codificada: CUADRO ACOMETIDA CBT-AC-ETU 6302B																							
Unidad de medida: UNIDADES																							
Características Técnicas: <table> <tr> <td>TENSIÓN NOMINAL</td><td>440 V</td></tr> <tr> <td>INTENSIDAD NOMINAL</td><td>1600 A</td></tr> <tr> <td>INTENSIDAD NOMINAL POR SALIDAS</td><td>400 A</td></tr> <tr> <td>TENSIÓN ENSAYO A 50 Hz</td><td>10 kV</td></tr> <tr> <td>TENSIÓN ENSAYO CON ONDA TIPO RAYO</td><td>20 kV</td></tr> <tr> <td>CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO</td><td>12 kA (30 kA CRESTA)</td></tr> <tr> <td>GRADO DE PROTECCIÓN</td><td>IP 21X (UNE 20324)</td></tr> <tr> <td>GRADO PROTECCIÓN IMPACTOS</td><td>IK 08 (UNE-EN 50102)</td></tr> <tr> <td>CATEGORÍA DE INFLAMABILIDAD</td><td>FV1 (UNE 53315-1)</td></tr> <tr> <td>ESPESOR DE LA ENVOLVENTE DE CHAPA</td><td>=> 1,5 mm</td></tr> <tr> <td>RESTO DE CARACTERÍSTICAS</td><td>NORMA GE FNZ00100</td></tr> </table> <p>NOTA : El suministro del cuadro incluirá el material indicado en la norma GE FNZ00100 (interruptor diferencial y 2 magnetotérmicos) así como cuatro bases "BTVC"</p>		TENSIÓN NOMINAL	440 V	INTENSIDAD NOMINAL	1600 A	INTENSIDAD NOMINAL POR SALIDAS	400 A	TENSIÓN ENSAYO A 50 Hz	10 kV	TENSIÓN ENSAYO CON ONDA TIPO RAYO	20 kV	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	12 kA (30 kA CRESTA)	GRADO DE PROTECCIÓN	IP 21X (UNE 20324)	GRADO PROTECCIÓN IMPACTOS	IK 08 (UNE-EN 50102)	CATEGORÍA DE INFLAMABILIDAD	FV1 (UNE 53315-1)	ESPESOR DE LA ENVOLVENTE DE CHAPA	=> 1,5 mm	RESTO DE CARACTERÍSTICAS	NORMA GE FNZ00100
TENSIÓN NOMINAL	440 V																						
INTENSIDAD NOMINAL	1600 A																						
INTENSIDAD NOMINAL POR SALIDAS	400 A																						
TENSIÓN ENSAYO A 50 Hz	10 kV																						
TENSIÓN ENSAYO CON ONDA TIPO RAYO	20 kV																						
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO	12 kA (30 kA CRESTA)																						
GRADO DE PROTECCIÓN	IP 21X (UNE 20324)																						
GRADO PROTECCIÓN IMPACTOS	IK 08 (UNE-EN 50102)																						
CATEGORÍA DE INFLAMABILIDAD	FV1 (UNE 53315-1)																						
ESPESOR DE LA ENVOLVENTE DE CHAPA	=> 1,5 mm																						
RESTO DE CARACTERÍSTICAS	NORMA GE FNZ00100																						
Ensayos de calidad según norma: GE FNZ00100																							
Usos a que va destinado: PROTECCIÓN LÍNEAS BT EN CT DE MT PARA POTENCIAS DE TRANSFORMADOR DE 160-250-400-630 Y 1000 kVA																							
Materiales Aceptados: <table> <tr> <td>CENTRAELECTRIC (TIPO UNESA)</td><td>MESA (TIPO UNESA)</td></tr> <tr> <td>CRADY (TIPO UNESA)</td><td>ORMAZABAL (TIPO UNESA)</td></tr> <tr> <td>DEYCA,S.A. (TIPO UNESA)</td><td>PINAZO (CBT-AC)</td></tr> <tr> <td>EUCOMSA (TIPO UNESA)</td><td>PRONUTEC (TIPO UNESA)</td></tr> <tr> <td>IBERICA DE APARELLAJES (TIPO UNESA)</td><td>SCHNEIDER (TIPO UNESA)</td></tr> <tr> <td>INAEI (TIPO UNESA)</td><td></td></tr> <tr> <td>ISOLUX (TIPO UNESA)</td><td></td></tr> <tr> <td>LABORATORIO ELECTROTÉCNICO (TIPO UNESA)</td><td></td></tr> <tr> <td>ICP, S.L. (CBT AC 4BTVC)</td><td></td></tr> </table>		CENTRAELECTRIC (TIPO UNESA)	MESA (TIPO UNESA)	CRADY (TIPO UNESA)	ORMAZABAL (TIPO UNESA)	DEYCA,S.A. (TIPO UNESA)	PINAZO (CBT-AC)	EUCOMSA (TIPO UNESA)	PRONUTEC (TIPO UNESA)	IBERICA DE APARELLAJES (TIPO UNESA)	SCHNEIDER (TIPO UNESA)	INAEI (TIPO UNESA)		ISOLUX (TIPO UNESA)		LABORATORIO ELECTROTÉCNICO (TIPO UNESA)		ICP, S.L. (CBT AC 4BTVC)					
CENTRAELECTRIC (TIPO UNESA)	MESA (TIPO UNESA)																						
CRADY (TIPO UNESA)	ORMAZABAL (TIPO UNESA)																						
DEYCA,S.A. (TIPO UNESA)	PINAZO (CBT-AC)																						
EUCOMSA (TIPO UNESA)	PRONUTEC (TIPO UNESA)																						
IBERICA DE APARELLAJES (TIPO UNESA)	SCHNEIDER (TIPO UNESA)																						
INAEI (TIPO UNESA)																							
ISOLUX (TIPO UNESA)																							
LABORATORIO ELECTROTÉCNICO (TIPO UNESA)																							
ICP, S.L. (CBT AC 4BTVC)																							

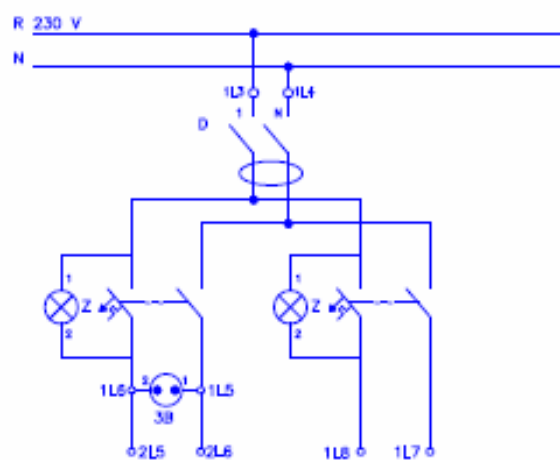


NOTA: El dibujo es a título orientativo

Unidad de control



Esquema



Z – Magnetotérmicos (2 unidades), 2 polos, 10 A

D – Interruptor diferencial, bipolar, 40 A, 30 mA

NOTA: El dibujo de la Unidad de Control es a título orientativo

1.4. Luminaria



GMSI22 28/54 P

Descripción familia del producto

Pentura TMSI22 es una regleta de alta calidad para lámpara fluorescente TL5. Lleva integrada la reactancia electrónica HF ultra plana que le confiere un carácter compacto. Esta regleta es apropiada para aplicaciones de iluminación tanto directa como indirecta. Se instala sobre una placa base que contiene todos los componentes eléctricos y mecánicos para facilitar su fijación al techo.

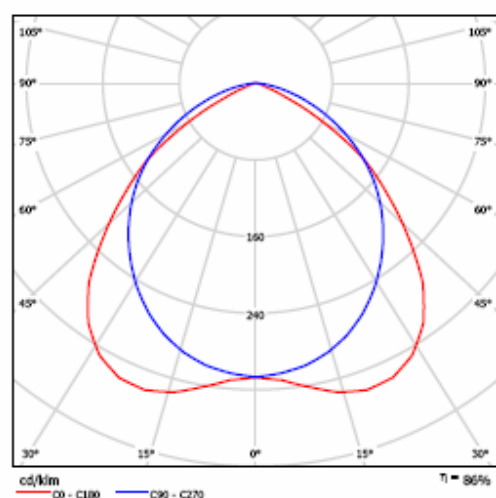
Pentura

- Tipo
- TMSI22
- Tipo de lámpara
- Fluorescente:
- Lámpara incluida
- Si (color de luz 830 u 840)
- Equipo
- Electrónico, 220 - 240 V / 50 - 60 Hz
- Acero prelacado, blanco, tapas finales en PC/ABS
- 1 fase (TWI)
- Material
- Acero prelacado, blanco, tapas finales en PC/ABS
- Instalación
- Individual; montaje atornillado
- Accesorios
- Difusor de policarbonato, reflectores simétricos/asimétricos y accesorio ZMSI22 (mecánico y eléctrico tipo Wieland)
- Aplicaciones principales
- Oficinas, tiendas, industria, bajo estantes, cornisas
- 1 MASTER TL5 / G5 / 14, 21, 24, 28, 35, 39, 49, 54 W

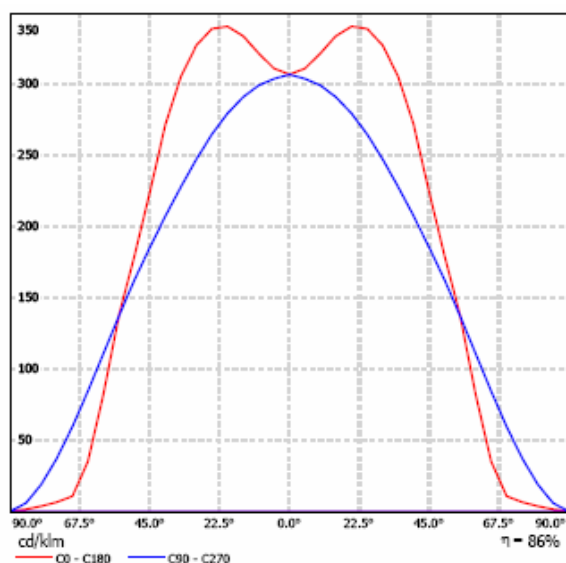
Datos de producto	
Código de pedido	799070 99
Código de producto	871 153879907099
Local code	
Nombre de Producto	GMSI22 28/54 P
Nombre de pedido del producto	GMSI22 28/54 P
Tipo de embalaje N	

Datos de producto	
Rebus por caja	1
Configuración de embalaje	
Caja por caja exterior	4
Código de barras del producto	8711538799070
Código de barras-GAN	
Código de barras de la caja exterior	8711538799537
Código logístico - L24C	P109 200 12918
ILCOS code	
Peso neto por pieza	0,250 K.G
Susensor	
Código de gama de producto	GHS12 (GHS12)
Número de lámparas	1
Potencia de lámpara	28/5-W (28 o 34 W)
Cubierta	P (Reflector piramidal)

Emisión de luz 1:


 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 54 88 99 100 86

Emisión de luz 1:



Valoración de deslumbramiento según UGR

		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
μ Techo		50	30	50	30	20	20	20	20	20	20
μ Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
μ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	17,8	19,0	18,1	19,2	19,5	19,0	20,2	19,2	20,4	20,6
	3H	17,8	18,9	18,1	19,2	19,4	20,2	21,3	20,5	21,6	21,8
	4H	17,8	18,8	18,1	19,1	19,3	20,6	21,6	21,0	21,9	22,2
	6H	17,7	18,6	18,1	18,9	19,2	20,8	21,8	21,2	22,0	22,4
	8H	17,7	18,6	18,0	18,9	19,2	20,8	21,7	21,2	22,0	22,4
4H	2H	17,6	18,5	18,0	18,8	19,2	20,8	21,7	21,2	22,0	22,3
	3H	18,4	19,4	18,7	19,7	19,9	19,4	20,4	19,7	20,6	20,9
	4H	18,4	19,3	18,8	19,6	19,9	20,8	21,6	21,1	21,9	22,2
	6H	18,4	19,1	18,8	19,5	19,8	21,3	22,0	21,7	22,4	22,7
	8H	18,4	19,0	18,8	19,4	19,8	21,5	22,2	22,0	22,6	23,0
8H	2H	18,3	18,9	18,8	19,3	19,7	21,6	22,2	22,0	22,6	23,0
	3H	18,3	18,8	18,7	19,2	19,7	21,6	22,1	22,1	22,6	23,0
	4H	18,5	19,1	18,9	19,4	19,9	21,2	21,8	21,6	22,2	22,6
	6H	18,4	18,9	18,9	19,3	19,8	21,5	22,0	22,0	22,4	22,9
	8H	18,4	18,8	18,9	19,3	19,7	21,6	22,0	22,1	22,4	22,9
12H	2H	18,4	18,7	18,9	19,2	19,7	21,6	22,0	22,1	22,4	22,9
	3H	18,4	19,0	18,9	19,4	19,8	21,2	21,7	21,6	22,1	22,5
	4H	18,4	18,8	18,9	19,3	19,7	21,5	21,9	21,9	22,3	22,8
	6H	18,4	18,7	18,9	19,2	19,7	21,5	21,9	22,0	22,4	22,9
	8H	18,4	18,7	18,9	19,2	19,7	21,5	21,9	22,0	22,4	22,9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,0H		+0,4 / -0,5					+0,3 / -0,3				
S = 1,5H		+1,1 / -2,7					+0,8 / -1,2				
S = 2,0H		+2,2 / -6,6					+0,9 / -2,1				
Tabla estándar Sumando de corrección		BN01					BN01				
Sumando de corrección		-0,1					3,7				

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0,25.

CAPÍTULO 2.- CABLE DE MEDIA TENSIÓN

media tensión

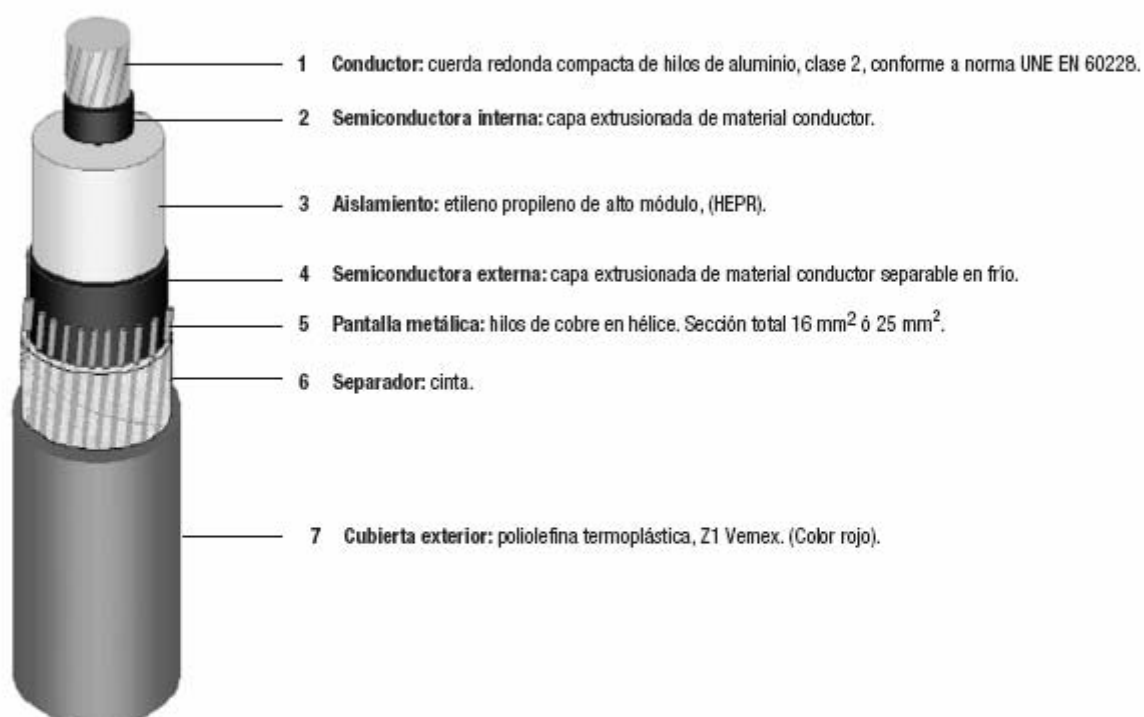
características constructivas

CABLE AL EPROTENAX-H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV

CABLE NORMALIZADO POR IBERDROLA E HIDROCANTÁBRICO

Tipo: HEPRZ1
Tensión: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma: UNE HD 620-9E

Composición:

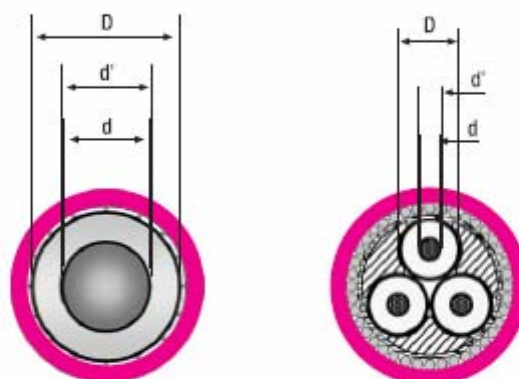


media tensión

cables tipo eprotenax compact

DIÁMETROS BAJO AISLAMIENTO DE CABLES EPROTENAX COMPACT (UNIPOLARES Y TRIPOLARES)

Sección mm ²	d Cuerda mm	d' Semic. Int. mm	D bajo aislamiento (unipolar y tripolar)						
			1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
Conductor de Cu									
35	7	8	11	13	14,8	13,8	17	-	-
50	8,3	9,3	12,3	14,3	16,1	15,1	17,9	21,1	25,3
70	9,9	10,9	13,9	15,9	17,7	16,9	19,5	21,9	25,5
95	11,6	12,6	15,6	17,6	19,4	18,6	21,2	23	26
120	13,1	14,1	17,1	19,1	20,9	20,9	22,7	24,5	26,9
150	14,3	15,3	18,3	20,3	22,1	21,5	23,9	25,5	27,7
185	16	17	20	22	23,8	23,2	25,6	27	29
240	18,7	20,1	22,7	25,3	26,9	26,5	28,7	30,3	32,5
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	28,4	30,6	32,4	35,2
400	23,1	24,5	27,1	30,5	31,3	30,9	33,1	35,1	36,9
500	26,4	28,4	30,8	34,8	35,2	35	37,2	39,2	41
Conductor de Al									
35	7	8	11	13	14,8	13,8	17	-	-
50	8,1	9,1	12,1	14,1	15,9	14,9	17,7	20,9	25,1
70	9,8	10,8	13,8	15,8	17,6	16,8	19,4	21,8	25,4
95	11,2	12,2	15,2	17,2	19	18,2	20,8	22,6	25,6
120	12,7	13,7	16,7	18,7	20,5	20,5	22,3	24,1	26,5
150	14	15	18	20	21,8	21,2	23,6	25,2	27,4
185	16,1	17,1	20,1	22,1	23,9	23,3	25,7	27,1	29,1
240	17,9	19,3	21,9	24,5	26,1	25,7	27,9	29,5	31,7
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	28,4	30,6	32,4	34,2
400	23,1	24,5	27,1	30,5	31,3	30,9	33,1	35,1	36,9
500	26,3	28,3	30,7	34,7	35,1	34,9	37,1	39,1	40,9



Nota: los valores de d, d' y D son iguales para cables unipolares y tripolares siempre que se trate del mismo material de conductor (Cu o Al), el mismo material de aislamiento (XLPE o HEPR) y la misma sección y tensión. Es decir, por ejemplo un cable de 1x240, 12/20 kV, Al Eprotenax Compact presenta iguales valores de d, d' y D que un cable 3x240, 12/20 kV, Al Eprotenax Compact.

media tensión

cables tipo eprotenax compact

DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Sección nominal mm ²	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares - 12/20 kV (Conductores de cobre)						
1 x 35	22,7	1009,05	28,3	1306,65	29	1399,65
1 x 50	24	1153,2	29,6	1464,75	30,5	1576,35
1 x 70	25,6	1381,05	31,4	1725,15	32,9	1901,85
1 x 95	27,5	1674	33,1	2018,1	34,8	2227,35
1 x 120	29	1925,1	34,8	2301,75	36,3	2506,35
1 x 150	30,4	2190,15	36	2562,15	37,7	2790
1 x 185	32,5	2562,15	38,3	2976	39,8	3189,9
1 x 240	35,4	3199,2	41,2	3640,95	42,7	3882,75
1 x 300	37,5	3775,8	43,3	4236,15	46	4631,4
1 x 400	40,2	4538,4	46	5022	48,7	5445,15
1 x 500	43,7	5626,5	49,7	6170,55	52,4	6635,55
Unipolares - 12/20 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 35	22,7	809,1	28,3	1106,7	29	1199,7
1 x 50	23,8	869,55	29,4	1181,1	30,3	1297,35
1 x 70	25,5	976,5	31,3	1320,6	32,8	1497,3
1 x 95	27,1	1097,4	32,7	1441,5	34,4	1641,45
1 x 120	28,6	1213,65	34,4	1590,3	35,9	1780,95
1 x 150	30,1	1334,55	35,7	1706,55	37,4	1925,1
1 x 185	32,6	1520,55	38,4	1929,75	39,9	2148,3
1 x 240	34,7	1785,6	40,5	2180,85	42	2418
1 x 300	37,5	2036,7	43,3	2497,05	46	2892,3
1 x 400	40,7	2385,45	46,5	2845,8	49,2	3264,3
1 x 500	44,1	2776,05	50,1	3287,55	52,8	3738,6

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Trípolaes - 12/20 kV (Conductores de cobre)						
3 x 35	48	3873,45	54,4	4966,2	57,1	6440,25
3 x 50	51	4491,9	57,6	5663,7	60,3	7244,7
3 x 70	54,6	5403,3	61,2	6644,85	63,9	8323,5
3 x 95	58,5	6491,4	65,3	7825,95	68	9597,6
3 x 120	61,9	7500,45	68,9	8946,6	73,1	11615,7
3 x 150	64,7	8453,7	71,7	9951	75,9	12703,8
3 x 185	69,8	9960,3	77,2	11625	81,2	14926,5
3 x 240	76	12410,85	85,1	14982,3	87,6	17432,85
3 x 300	80,5	14508	89,6	17205	92,1	19790,4
Trípolaes - 12/20 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 35	48	3282,9	54,4	4361,7	57,1	5840,4
3 x 50	50,5	3636,3	57,1	4784,85	59,8	6337,95
3 x 70	54,4	4180,35	61	5403,3	63,7	7086,6
3 x 95	57,6	4715,1	64,4	6031,05	67,1	8709,45
3 x 120	61	5305,65	68	6714,6	72,2	9341,85
3 x 150	64	5840,4	71	7305,15	75,2	10067,25
3 x 185	70	6840,15	77,4	8509,5	81,4	11485,5
3 x 240	74,5	7909,65	83,6	10443,9	86,1	12871,2
3 x 300	80,5	9276,75	89,6	11950,5	92,1	14535,9

media tensión

cables tipo eprotenax compact

TABLAS DE DATOS TÉCNICOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

TABLA I

Características mecánicas, físicas y químicas mínimas de la goma etileno propileno de alto módulo (HEPR), según prescripciones de la norma IEC 60502 y UNE-HD 620-9E.

Características	Unidad	HEPR
Mecánicas		
Valores en estado inicial:		
- Carga rotura mínima	N/cm ²	850
- Alargamiento mínimo	%	200
- Módulo elástico mínimo al 150% de alargamiento	N/cm ²	450
Después de envejecimiento en estufa de aire:		
- Tratamiento:		
Temperatura	°C	150
Duración	h	168
Variación del valor inicial admitido:		
- Carga de rotura	%	± 30
- Alargamiento	%	± 30
Físicas		
a) Absorción de agua:		
- Método ponderal:		
Temperatura	°C	100
Duración	h	24
- Variación de masa admitida	mg/cm ²	3
b) Ensayo de resistencia al ozono:		
- Concentración de ozono, en volumen	%	0,025 a 0,030
- Duración del ensayo sin aparición de grietas	h	30
Químicas		
Comprobación de la reticulación:		
- Tratamiento:		
Temperatura	°C	200
Tiempo bajo carga	mín.	15
Esfuerzo mecánico	N/cm ²	20
- Alargamiento máximo bajo carga	%	175
- Alargamiento permanente máximo después del enfriamiento	%	15

Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la Norma UNE EN 60811.

media tensión

cables tipo eprotenax compact

TABLA II

Características de las cubiertas PVC de los cables EPROTENAX COMPACT.

Características	Unidades	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (habitual)
Mecánicas			
a) Sin envejecimiento			
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm ²	12.50	15
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	150	500
b) Después de envejecimiento			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	110 ± 2
Duración	h	168	336
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm ²	-	-
- Variación	%	25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	± 25	-
c) Después de envejecimiento a cable completo			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100 ± 2	100 ± 2
Duración	h	168	168
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm ²	-	-
- Variación	%	± 25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	± 25	-
Físico-Químicas			
a) Pérdida de masa			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	100 ± 2
Duración	h	168	168
- Pérdida máxima:	mg/cm ²	1.5	0.5
b) Presión a temperatura elevada			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	90	115 ± 2
Duración	h	6	6
Coefficiente k	-	0.7	0.7
- Profundidad máxima de la huella	%	50	50
c) Comportamiento a baja temperatura:			
Tratamiento: Temperatura	°C	-15	-30 ± 2
Tipo de muestra: Halterio	-	-	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	20	20
d) Resistencia al desgarro (con corte)			
Tratamiento: Temperatura	°C	20 ± 5	20 ± 5
- Resistencia mínima	N/mm ²	10	24
e) Contracción a cable completo			
Tratamiento:			
Temperatura	°C		80 ± 2
Duración	h		5x5
- Contracción máxima	%		7

media tensión

cables tipo eprotenax compact

TABLA II (CONTINUACIÓN)

Características de las cubiertas PVC de los cables EPROTENAX COMPACT.

Características	Unidades	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (habitual)
Físico-Químicas			
f) Resistencia a la abrasión Tratamiento: Temperatura Masa aplicada Velocidad - Mínimo número de desplazamientos	°C kg m/s -		20 ± 5 36 0.3 ± 15% 8
g) Absorción de agua (método gravimétrico) Tratamiento: Temperatura Duración - Variación máxima de masa	°C h mg/cm ²	85 ± 2 336 5	85 ± 2 336 0.5
h) Contenido en metales pesados - Contenido en plomo	%	>1	<0.5 (*)
i) Emisión de gases ácidos (corrosividad) - Valor mínimo de pH - Valor máximo de la conductividad	pH μS/mm	3 100	4,3 10
j) Pérdida de las características mecánicas debido a la exposición a la intemperie - Variación máxima de la resistencia a la tracción. - Variación máxima del alargamiento	% %	25 25	15 15

Las características de la cubierta normal corresponden al tipo de mezcla ST2 (PVC) especificado en la Norma IEC 60502.

Las características de la cubierta VEMEX corresponden al tipo de mezcla de poliolefina especificado en la UNE HD 620. Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la Norma UNE 60811.

(*) El compuesto utilizado para la cubierta Z1 (VEMEX), no contiene hidrocarburos volátiles ni halógenos, ni metales pesados (excepto una mínima cantidad de Pb en caso de cubiertas con coloración roja).

TABLA III

Resistencia eléctrica máxima en corriente continua a 20°C en Ω/km.

Sección nominal mm ²	R máx Ω/km		Sección nominal mm ²	R máx Ω/km	
	Cobre desnudo	Aluminio		Cobre desnudo	Aluminio
10	1.830	-	120	0.153	0.253
16	1.150	1.910	150	0.124	0.206
25	0.727	1.200	185	0.0991	0.164
35	0.524	0.868	240	0.0754	0.125
50	0.387	0.641	300	0.0601	0.100
70	0.268	0.443	400	0.0470	0.0778
95	0.193	0.320	500	0.0366	0.0605

Los valores que figuran en la presente tabla están de acuerdo a la norma UNE EN 60228. Los diámetros de las cuerdas son aproximados.

media tensión

cables tipo eprotenax compact

TABLA IV
Capacidad en $\mu\text{F/km}$

Sección nominal mm^2	Cables unipolares y tripolares apantallados						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
10	0.248	0.199	-	-	-	-	-
16	0.282	0.224	0.208	-	-	-	-
25	0.327	0.257	0.234	-	-	-	-
35	0.368	0.288	0.262	0.275	0.199	-	-
50	0.416	0.324	0.293	0.309	0.229	0.183	0.150
70	0.475	0.367	0.332	0.342	0.258	0.215	0.176
95	0.499	0.414	0.374	0.385	0.288	0.249	0.207
120	0.550	0.454	0.409	0.423	0.315	0.271	0.232
150	0.590	0.487	0.438	0.441	0.336	0.294	0.253
185	0.648	0.533	0.488	0.482	0.366	0.324	0.281
240	0.752	0.617	0.553	0.543	0.421	0.365	0.312
300	0.816	0.668	0.599	0.587	0.455	0.387	0.340
400	0.853	0.735	0.658	0.646	0.499	0.417	0.366
500	0.907	0.793	0.737	0.718	0.556	0.465	0.409

Valores informativos calculados en base a los datos dimensionales de los cables que figuran en este catálogo.

TABLA V
Tensiones de ensayo en fábrica

Tensión nominal U_0/U (kV)	Ensayo de tensión. Tensión aplicada en c.a. durante 5 min para $U \leq 30$ kV (kV)	Ensayo de descargas parciales. Tensión de ensayo (kV)	Nivel de aislamiento a impulsos, U_p (kV)
1,8/3	6.5	-	-
3,6/6	12.5	6.3	60
6/10	21	10.5	75
8,7/15	30.5	15.2	95
12/20	42	21	125
15/25	52.5	26.2	145
18/30	63	31.5	170

media tensión

cables tipo eprotenax compact

TABLA VI

Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (90 °C)


Sección nominal mm ²	Resistencia máxima en c.a. y a 90 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares 		Cables Tripolares 	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.310	-	2.346	-
16	1.455	2.392	1.479	2.431
25	0.918	1.513	0.936	1.542
35	0.663	1.093	0.675	1.112
50	0.490	0.800	0.499	0.822
70	0.339	0.558	0.345	0.568
95	0.245	0.403	0.249	0.410
120	0.195	0.321	0.197	0.324
150	0.159	0.262	0.161	0.265
185	0.127	0.209	0.129	0.212
240	0.098	0.161	0.099	0.163
300	0.078	0.128	-	-
400	0.062	0.102	-	-
500	0.051	0.084	-	-

TABLA VII

Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)

Sección nominal mm ²	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares 		Cables Tripolares 	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.887
70	0.359	0.591	0.365	0.601
95	0.259	0.427	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
150	0.168	0.277	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
240	0.104	0.170	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
400	0.066	0.108	-	-
500	0.054	0.089	-	-

Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada: $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$. Donde L, en km, es la longitud de la línea. I, en A, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 24).

media tensión

cables tipo eprotenax compact

TABLA VIII

Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm ²	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
95	0.099	0.102	0.110	0.115	0.116	0.121	0.129
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
150	0.093	0.096	0.102	0.108	0.109	0.115	0.118
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
240	0.088	0.090	0.097	0.101	0.103	0.106	0.109
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
400	0.085	0.086	0.091	0.095	0.095	0.100	0.103
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099
Un cable tripolar							
10	0.115	-	-	-	-	-	-
16	0.107	-	-	-	-	-	-
25	0.100	0.105	0.118	0.127	-	-	-
35	0.095	0.100	0.112	0.120	0.121	-	-
50	0.091	0.095	0.106	0.114	0.113	0.124	0.135
70	0.086	0.090	0.100	0.107	0.106	0.115	0.125
95	0.083	0.087	0.096	0.102	0.101	0.108	0.115
120	0.081	0.084	0.093	0.098	0.097	0.103	0.110
150	0.079	0.082	0.090	0.096	0.095	0.100	0.105
185	0.079	0.081	0.089	0.094	0.093	0.097	0.101
240	0.076	0.079	0.085	0.090	0.090	0.093	0.097

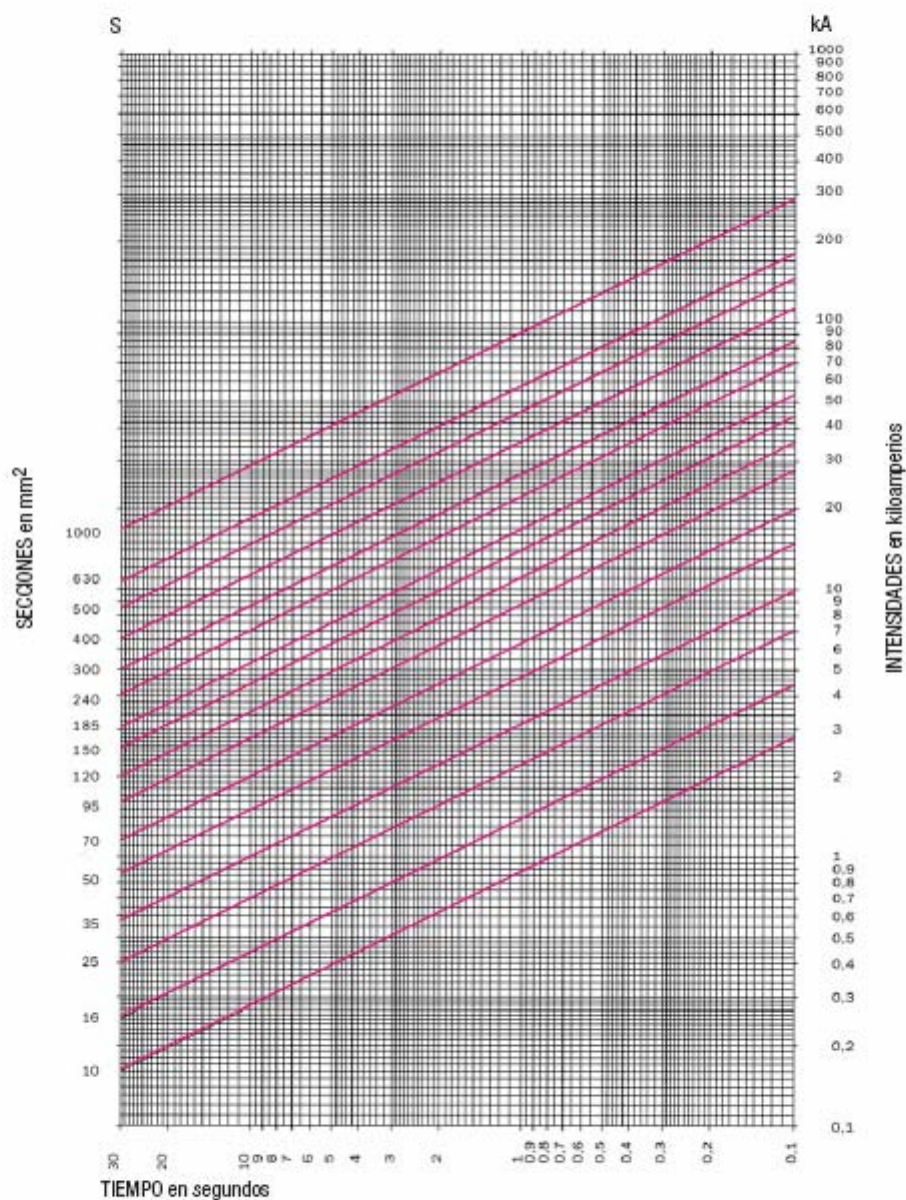
Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada: $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$. Donde L, en km, es la longitud de la línea. I, en A, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 24).

media tensión

cables tipo eprotenax compact

GRÁFICO II

Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de aluminio.
(Según Normas IEC 60949 y UNE 21192).



Temperatura máxima en servicio permanente 105 °C.
Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.

CAPÍTULO 3.- CABLE DE BAJA TENSIÓN

baja tensión

cables para redes subterráneas y aéreas

AL VOLTALENE N

Tensión nominal: **0,6/1 kV**

Norma básica: **IEC-60502**

Designación genérica: **AL RV**

CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama
UNE EN 50265-2-1



Reducida emisión de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los golpes

RESISTENTE A LOS ACEITES, ÁCIDOS Y ALCALIS

- Norma constructiva: IEC-60502, UNE-HD 603-5N (aplica a las secciones que proceda).
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal de servicio: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 50265-2-1 ; IEC 60332-1 ; NFC 32070-C2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CIH < 14%.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Aluminio.

Flexibilidad: Rígido, clase 2, según UNE 21 022.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, según HD 603-1.

CUBIERTA

Material: Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

Color: Negro.



APLICACIONES

- Estos cables pueden utilizarse en redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
 - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

baja tensión**cables para redes subterráneas y aéreas****AL VOLTALENE N**

Tensión nominal:	0,6/1 kV	Norma básica:	IEC-60502	Designación genérica:	AL RV
------------------	-----------------	---------------	------------------	-----------------------	--------------

CABLES DISPONIBLES EN STOCK***SECCIONES DISPONIBLES EN STOCK**

1 COND. (NE)					
1 x 16	1 x 25	1 x 35	1 x 50	1 x 70	1 x 95
1 x 120	1 x 150	1 x 185	1 x 240	1 x 300	

* Sujeto a modificaciones. (Consultar tarifa vigente).

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)**

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km
1 x 16	0.7	6.6	10.2	140	1.91
1 x 25	0.9	8.4	12	195	1.2
1 x 35	0.9	8.9	12.4	220	0.868
1 x 50	1	10.1	13.7	265	0.641
1 x 70	1.1	11.9	15.5	350	0.443
1 x 95	1.1	13.8	17.4	445	0.32
1 x 120	1.2	15.3	19.4	530	0.253
1 x 150	1.4	17	20.6	630	0.206
1 x 185	1.6	19.4	23	785	0.164
1 x 240	1.7	22.1	25.7	980	0.125
1 x 300	1.8	24.3	27.9	1180	0.1

CÁLCULOS

Intensidades máximas admisibles: Ver apartado A.) en pág. 17 para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C.) en página 28.

Caídas de tensión: Ver tabla E.2 en página 37.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.3 en página 40.

CAPÍTULO 4.- ALUMBRADO PÚBLICO

4.1. Luminaria de la Sección A-A'

5/2/2010



GPS302 PCO-D500

Descripción familia del producto

Con ocho modelos decorativos distintos, la gama Urbana EPS300 se puede emplear en una amplia variedad de aplicaciones en ciudad. Al mismo tiempo, se mantiene un diseño estético en toda la gama gracias al uso de una base única estándar. Sea cual sea la aplicación, Urbana aporta al ambiente una atractiva estética diurna y nocturna. Las luminarias Forest, Arctic y Tropic con distintos difusores decorativos y distintos diseños impiden la emisión ascendente de la luz. El difusor especial para impedir la contaminación lumínica incluye un recubrimiento en color negro en su hemisferio superior, de forma que impide que la luz se disperse de forma ascendente. Tanto el difusor opal Polar como el transparente Cristal ofrecen una iluminación suave y difusa o directa y brillante.

Urbana

- Tipo
- GPS301/302/303/304/306/307/308/309 (difusores)
- EPS300 (bases)
- Tipo de lámpara
- HID:
- Fluorescente compacta:
- Incandescente
- Lámpara incluida
- Opcional: doble nivel con y sin hilo de mando
- Equipo
- Electromagnético (baja pérdida), 230 o 240 V / 50 Hz:
- Opcional: doble nivel con y sin hilo de mando
- Elemento óptico
- Rejilla unidireccional (LO)
- Rejilla bidireccional (LO-D/I)
- Dispositivo de seguridad
- Pantalla térmica (HSH)
- Materiales y acabado

- Difusores superiores: estabilizados frente a UV, resistentes a los impactos. Cubiertas superiores pintadas en su interior de blanco y exterior de negro
- Montaje en poste y cubierta del equipo: poliamida reforzada con fibra de vidrio, negra
- Rejilla: aluminio fundido acabado al chorro de arena
- Pantalla térmica: acero pregalvanizado
- Instalación
- Montaje post-top: entrada axial Ø 60
- Altura de montaje recomendada: 3,5 – 4 m
- Accesorios
- Difusores:
- Para realizar el pedido pedir dos elementos: base (con elemento óptico incorporado) y difusor.
- Aplicaciones principales
- Áreas urbanas, peatonales y residenciales, centros urbanos y de negocios, plazas, paseos

Datos de producto	
Código de pedido	146850 00
Código de producto	871 155914685000
Local code	
Nombre de Producto	GPS302 PCO-D500
Nombre de pedido del producto	GPS302 PCO-D500
Tipo de embalaje N	
Piezas por caja	1
Configuración de embalaje	
Cajas por caja exterior	1
Código de barras del producto	871 1559146850
Código de barras-EAN2	
Código de barras de la caja exterior	871 1559146850
Código logístico - 12NC	9105 036 48418 9109 300 04618
ILCOS code	
Peso neto por pieza	1.900 KG
Sucesor	
Código de gama de producto	GPS302 [GPS302]
Cubierta	PCO-D500 [Cubierta policarbonato opal diámetro 500]



Urbana Polar EPS300 Urban lighting luminaire with opal 500 diameter bowl cover (PCO-D500), to be ordered separately

GPS302/GPS304/GPS305/GPS306 PCO-D500



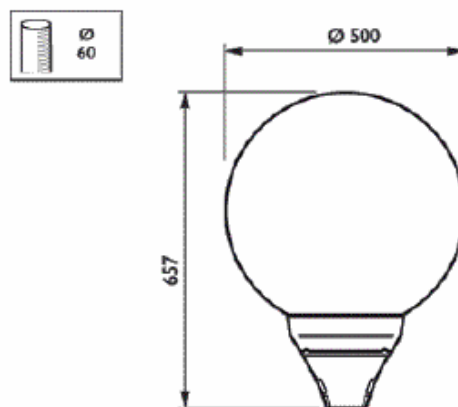
Cuarto de giro para apertura

PHILIPS



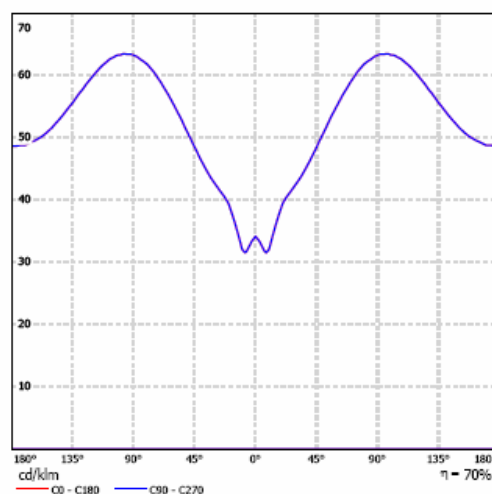
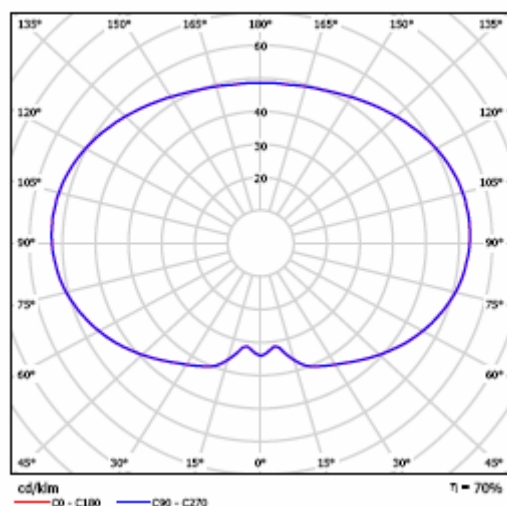
Luminaria de alumbrado urbano Urbana Polar EPS300 con difusor de 500 de diámetro (PCO-D500)

EPS300 + GPS302/GPS304/GPS305/GPS306 PCO-D500



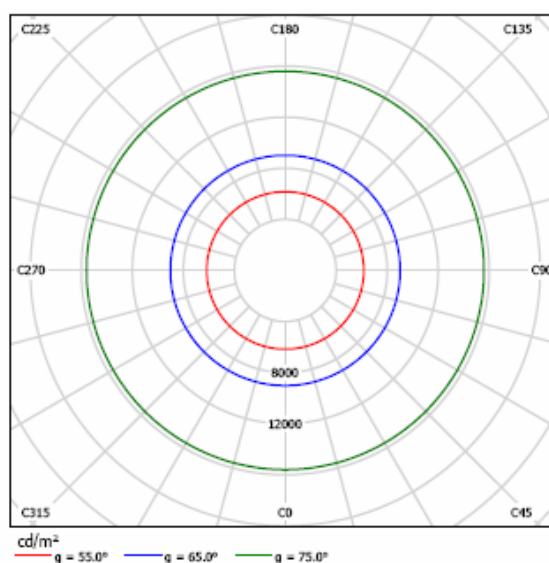
EPS300 + GPS302/304/306

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
a) Tarea		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
b) Posición		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
c) Situación		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de la lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de la lámpara					
X Y												
2H	2H	15.4	16.4	16.3	17.3	18.5	15.4	16.4	16.3	17.3	18.5	
	3H	16.0	16.9	16.9	20.0	22.1	16.0	16.9	16.9	20.0	22.1	
	4H	21.0	21.0	21.9	22.0	24.0	21.0	21.0	21.9	22.0	24.0	
	6H	23.2	24.0	24.2	24.9	26.2	23.2	24.0	24.2	24.9	26.2	
	8H	24.4	25.2	25.4	26.1	27.4	24.4	25.2	25.4	26.1	27.4	
4H	2H	16.6	17.4	17.5	18.4	19.6	16.6	17.4	17.5	18.4	19.6	
	3H	20.2	20.9	21.2	21.9	23.2	20.2	20.9	21.2	21.9	23.2	
	4H	22.4	23.0	23.3	24.0	25.3	22.4	23.0	23.3	24.0	25.3	
	6H	24.7	25.3	25.7	26.3	27.6	24.7	25.3	25.7	26.3	27.6	
	8H	26.0	26.5	27.0	27.6	28.9	26.0	26.5	27.0	27.6	28.9	
6H	2H	17.5	18.0	18.5	19.0	20.4	17.5	18.0	18.5	19.0	20.4	
	3H	23.2	23.7	24.2	24.7	26.1	23.2	23.7	24.2	24.7	26.1	
	4H	25.0	26.2	26.0	27.3	28.6	25.0	26.2	26.0	27.3	28.6	
	6H	27.3	27.7	28.3	28.7	30.1	27.3	27.7	28.3	28.7	30.1	
	8H	28.9	29.3	30.0	30.4	31.8	28.9	29.3	30.0	30.4	31.8	
12H	4H	23.4	23.9	24.4	24.9	26.3	23.4	23.9	24.4	24.9	26.3	
	6H	26.1	26.5	27.2	27.6	29.0	26.1	26.5	27.2	27.6	29.0	
	8H	27.7	28.1	28.0	29.1	30.5	27.7	28.1	28.0	29.1	30.5	
Valoración de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias												
S = 1.0H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H		+0.3 / -0.3					+0.3 / -0.3					
S = 2.0H		+0.5 / -0.5					+0.5 / -0.5					
Tarea vertical												
Sumario de resultados												
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 120000 Fc/lux luminaria total												



4.2. Luminaria de las Secciones B-B' y C-C'

5/2/2010



SGS306 MAX400W-E40 E TP PE

Descripción familia del producto

TrafficVision SGS305/306 y SGS405/406 es una luminaria de alumbrado viario totalmente regulable que suministra la luz en el lugar preciso y en la cantidad necesaria para una conducción segura y confortable. Las ópticas facetadas para alumbrado viario optimizan el control del haz e incrementan al máximo el flujo lumínico, al tiempo que es posible ajustar la graduación del reflector para ofrecer una dirección precisa del haz. El concepto modular de TrafficVision garantiza una instalación rápida y sencilla, así como un mantenimiento seguro.

TrafficVision resulta adecuada tanto para el montaje de tipo post-top como el de acceso lateral.

TrafficVision

- Tipo
- SGS305 (versión de carcasa de poliéster reforzado con fibra de vidrio)
- SGS405 (versión de carcasa de aluminio)
- Tipo de lámpara
- HID:
- Lámpara incluida
- Sí (K)
- No
- Arrancador
- Electromagnético (bajas pérdidas), 230 o 240 V / 50 Hz
- Electrónico, 220 - 240 V / 50 - 60 Hz
- Arrancador
- Serie (SI)
- Serie, con autoparada (SS)
- Arrancador en serie digital (SUD)
- Semiparalelo (SP)
- Semiparalelo, con autoparada (ST)
- Arrancador semiparalelo, digital (SND)
- Óptica

PHILIPS

5/2/2010

- Óptica T-POT (TP) en un sistema óptico de cierre con índice IP66
- Cierre óptico
- Vidrio plano (FG), reduce el deslumbramiento y supone la ausencia de contaminación lumínica
- Cubeta de policarbonato (PC) resistente al vandalismo
- Cubeta de polimetileno metacrilato (PM), sin amarilleamiento
- Opciones
- Sistemas de control: Chronosense (CH)
- Regulación:
- Conector de cuchilla como elemento estándar
- Materiales y acabado
- Carcasas frontal y posterior: poliéster reforzado con fibra de vidrio (SGS305) o aluminio (SGS405)
- Cierres ópticos: acrílicos y policarbonato, estabilizados frente a UV o con vidrio endurecido IK08
- Módulo de montaje: fundición de aluminio
- Color
- Gris (GR)
- Otros colores RAL disponibles bajo pedido
- Instalación
- Ángulo estándar de orientación post-top: 3°
- Montaje de acceso lateral: acceso lateral Ø 42 / 60 mm (60S)
- Altura de montaje recomendada: 8 m
- Ángulo estándar de orientación post-top: 3°
- Ángulo de inclinación ajustable: 0 - 12° (acceso lateral)
- Distribución de la luz ajustable: 19 posiciones
- Área de máxima resistencia aerodinámica: 0,16 m²
- Valores SCx por lateral: 0,102 m²
- Mantenimiento
- Apertura sin herramientas de la luminaria
- La apertura del compartimento del equipo interrumpe el circuito eléctrico
- Aplicaciones principales
- Áreas industriales, carreteras principales y secundarias, autopistas, cruces, rotondas

TrafficVision

- Tipo
- SGS306 (versión de carcasa de poliéster reforzado con fibra de vidrio)
- SGS406 (versión de carcasa de aluminio)
- Tipo de lámpara
- HID:
- Sistema de lámpara de inducción:



- Lámpara incluida
- Si (K o color de lámpara 827, 830 o 840)
- Electrónico, 220 - 240 V / 50 - 60 Hz
- Equipo y compensación
- Electromagnético (bajas pérdidas), 230 o 240 V / 50 Hz
- Electrónico, 220 - 240 V / 50 - 60 Hz
- Arrancador
- Serie (SI)
- Serie, con autoparada (SS)
- Arrancador en serie digital (SUD)
- Semiparalelo (SP)
- Semiparalelo, con autoparada (ST)
- Arrancador semiparalelo, digital (SND)
- Óptica
- Óptica T-POT (TP) en un sistema óptico de cierre con índice IP66
- Cierre óptico
- Vidrio plano (FG), reduce el deslumbramiento y supone la ausencia de contaminación lumínica
- Cubeta de policarbonato (PC) resistente al vandalismo
- Cubeta de polietileno, opal (PE)
- Opciones
- Sistemas de control: Chronosense (CH)
- Regulación:
- Fusible (FU) integrado
- Bobina de filtro (F) integrada
- Conector de cuchilla como elemento estándar
- Materiales y acabado
- Carcasas frontal y posterior: poliéster reforzado con fibra de vidrio (SGS306) o aluminio (SGS406)
- Cierres ópticos: policarbonato y polietileno, estabilizado frente a UV o vidrio endurecido IK08
- Módulo de montaje: fundición de aluminio
- Color
- Gris (GR)
- Otros colores RAL disponibles bajo pedido (RAL)
- Instalación
- Ángulo estándar de orientación post-top: 3°
- Montaje de acceso lateral: acceso lateral Ø 42 / 60 mm (60S)
- Altura de montaje recomendada: 12 m
- Ángulo estándar de orientación post-top: 3°
- Ángulo de inclinación ajustable: 0 - 12° (acceso lateral)
- Distribución de la luz ajustable: 19 posiciones de lámpara
- Área de máxima resistencia aerodinámica: 0,20 m²



- Valores SCx por lateral: 0,124 m2
- Mantenimiento
- Apertura sin herramientas de la luminaria
- La apertura del compartimento del equipo interrumpe el circuito eléctrico
- Aplicaciones principales
- Áreas industriales, carreteras principales y secundarias, autopistas, rotondas, cruces

Datos de producto	
Código de pedido	266459 00
Código de producto	871155926645900
loccod	
Nombre de Producto	SGS306 MAX400W-E40 E TP PE
Nombre de pedido del producto	SGS306 MAX400W-E40 E TP PE
Tipo de embalaje N	
Piezas por caja	1
Configuración de embalaje	
Cajas por caja exterior	1
Código de barras del producto	8711559266459
Código de barras-EAN2	
Código de barras de la caja exterior	8711559266459
Código logístico - 12NC	9105 000 32112 9105 000 32114
ILCOS code	
Peso neto por pieza	7.500 KG
Sucesor	
Código de gama de producto	SGS306 [SGS306]
Equipo	E [Vacio sin equipo]
Sistema óptico	TP [T-pot abierto]
Cubierta óptica	PE [Difusor Pleximid]
Color de las piezas	No [-]
Color	No [-]



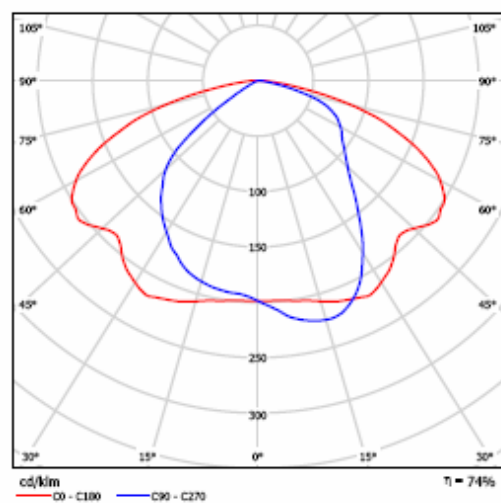
Luminaria de alumbrado viario TrafficVision SGS306 con cuenco de policarbonato/PMMA (PC/PE)

SGS306 PC/PE

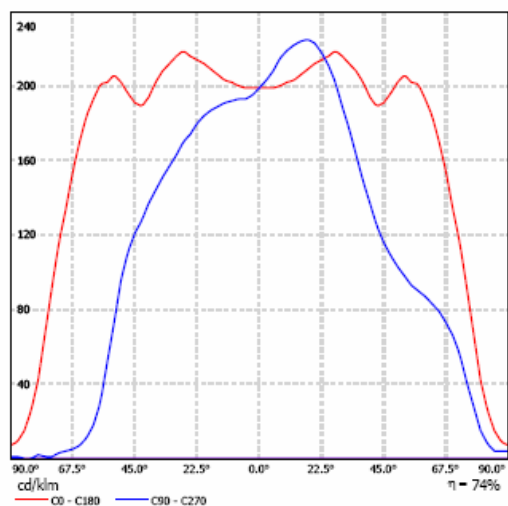


Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 42 76 96 100 74

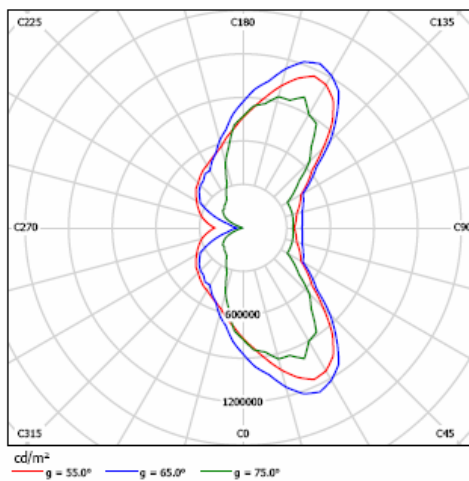
Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

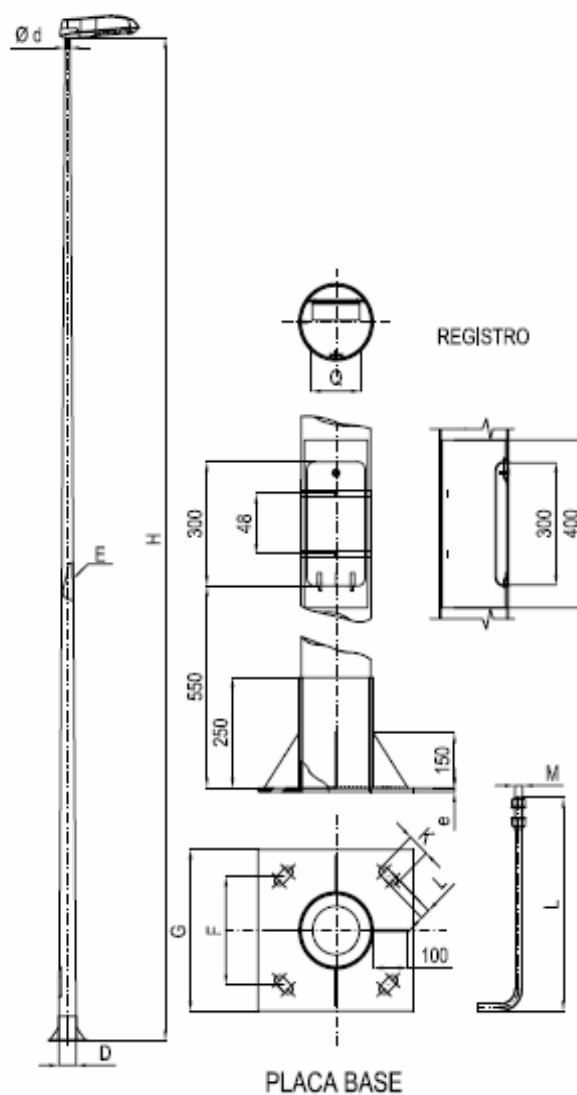


Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



4.4. Columna

BACOLSA COLUMNAS AB



BACOLSA				COLUMNAS AB											
REFERENCIA COLUMNAS	ALTURA	DIAMETRO Ø d (mm)	ESPESOR C (mm)	PLACA BASE (mm)			CARTELAS (mm)				PERNOS (mm)			ABERTURA	ZAPATA (mm)
	H (m)			H	G	Df	Nº	N	O	e	Nº	métrica	long	P (mm)	a x a x b
CB 07500	7,5	60	3	10	400	300	4	100	150	5	4	22	600	120	0,5x0,5x1
CB 09000	9	60	3	10	400	300	4	100	150	5	4	22	600	125	0,5x0,5x1
CB 10000	10	76	4	15	500	350	8	100	150	5	4	24	800	130	0,6x0,6x1,2
CB 11000	11	76	4	15	500	350	8	100	150	5	4 - 8	24	800	135	0,6x0,6x1,2
CB 12000	12	102	4	15	500	350	8	100	150	5	4 - 8	24	800	140	0,8x0,8x1,2
CB 13000	13	115	5	20	600	400	8	100	150	5	4 - 8	27	1000	145	1,2x1,2x1,5
CB 14000	14	115	5	20	600	400	8	100	150	5	4 - 8	27	1000	150	1,2x1,2x1,5
CB 15000	15	115	5	20	600	400	8	100	150	5	4 - 8	27	1000	155	1,2x1,2x1,5

4.5. Cuadro del centro de mando

Cuadros Alumbrado Público normas Ayuntamiento de Madrid

Modelos APM-6 , APM-6 R y APM-4 MI

Ensayos y normativas.

Ensayos, materiales y cableado según las normativas particulares del Ayuntamiento de Madrid.
Marcado CE.
Un año de garantía.

Grado de protección del conjunto:
IP 55, IK 10.

Características mecánicas.

Plancha de acero de 3 mm de espesor galvanizado en caliente por inmersión con espesor mínimo de 70 micras.
Tejadillo con bordes redondeados.
Cerradura de triple acción con empuñadura antivandálica ocultable con bloqueo por candado.
Llaves: Módulo acometida FAC según Unión Fenosa e IBC según Iberdrola y módulo abonado tipo Ayto Madrid.



APM-6

Características eléctricas.

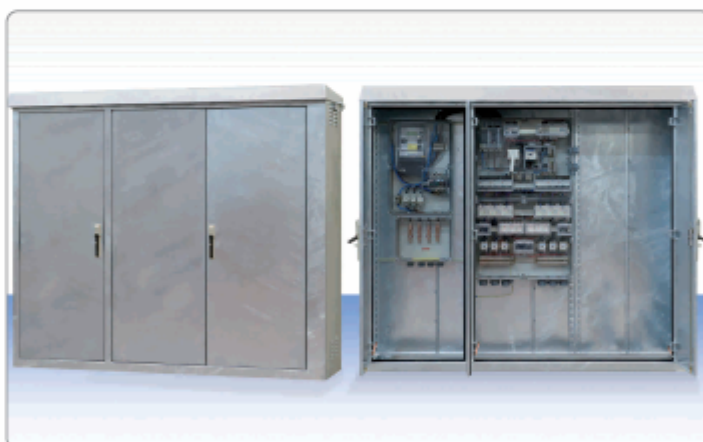
Tensión nominal 3x400/230V.
Interruptor general de 25 KA CC:
Medida directa 4x63 A, 4x100A y 4x160A.
Interruptor general de 35 KA CC:
Medida indirecta 4x160A y 4x250A.
Salidas protegidas por:
Interruptores automáticos 10 KA curva C.
Diferenciales de rearme automático sensibilidad ajustable mínimo 300mA.

Mando.

Reloj astronómico digital programable.
Fotocélula exterior opcional.
Sistema de Telegestión opcional.

Ahorro energético.

El modelo APM-6 R dispone de espacio en su interior para la instalación de un estabilizador-reductor para regulación del flujo luminoso de hasta 45 KVA.



APM-6 R

Detalles constructivos:

Identificación exterior del fabricante.
Placa con características técnicas.
Esquema plastificado en interior puerta.
Alumbrado interior.
Toma de corriente auxiliar.

Detalles constructivos

Dimensiones exteriores:

Modelo APM - 6

1.320 x 1.250 x 300 mm.
(Alto x ancho x profundo).

Modelo APM - 6 R

1.790 x 2000 x 500 mm.
(Alto x ancho x profundo).

Modelo APM - 4 MI

1.470 x 1.250 x 300 mm.
(Alto x ancho x profundo).



Placa características, marcado CE



Esquemas plastificados, manual y garantía



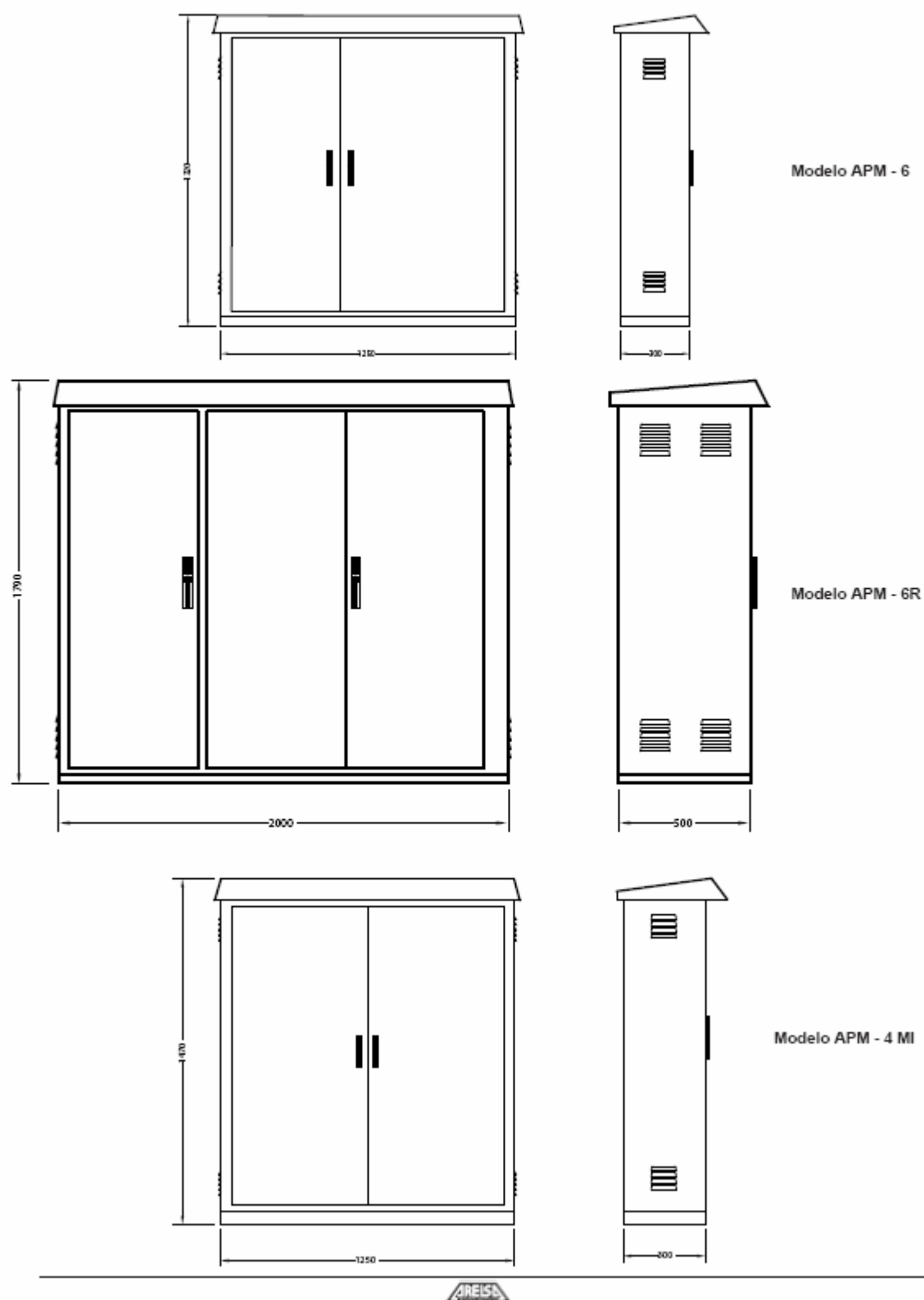
Detalle cierre con soporte para candado



Iluminación



Toma de corriente



BIBLIOGRAFÍA

- **“Centros de Transformación. Criterios de Diseño”**: Manoel Da Costa. Ediciones de Autor Técnico, S. L. Madrid 1998.
- **“Estaciones de Transformación y Distribución. Protección de Sistemas Eléctricos”**: José Ramírez Vázquez. CEAC. Barcelona 2004.
- **“Cálculo de Instalaciones y Sistemas Eléctricos”**: Diego Carmona Fernández. Ediciones EDIATEC, Madrid 2002.
- **“Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión: Adaptado al Nuevo RBT (BOE 2002)”**: José García Trasancos. Editorial Thomson Paraninfo, Madrid 2007.
- **“Proyectos Eléctricos: Planos y Esquemas”**: Jesús Trashorras Montéeseles. Editorial Thomson Paraninfo, Madrid 2000.
- **“Tratado de Alumbrado Público”**: José Ignacio Urraca Piñeiro. Editorial Donostiarra S.A. San Sebastián 1988.
- Catálogo: **“Centros de Transformación Prefabricados hasta 36 kV”** Ormazabal.
- Catálogo: **“Cables y Accesorios para Media Tensión”** Prysmian.
- Catálogo: **“Cables de Baja Tensión”** Prysmian.
- Catálogo: **“Transformadores de Distribución”** Alkargo.
- Catálogo: **“Celdas de Media Tensión”** Siemens.
- Catálogo: **“Cuadro de Distribución para Baja Tensión”**: Pronutec.
- Catálogo: **“Arquetas de Hormigón”** Josefina Caballero Cárdenas.
- Catálogo: **“Báculos y Columnas”** Bacolsa.
- Catálogo: **“Cuadros Alumbrado Público Normas Ayuntamiento de Madrid”** Arelsa.
- Catálogo: **“Luminarias Gama TrafficVision”** Philips.
- Catálogo: **“Luminarias Gama Urbana”** Philips.
- Catálogo: **“Luminarias Familia Pentura”** Philips.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Callejero de Madrid con la Urbanización delimitada	20
Figura 2: Imagen de satélite de Madrid con la Urbanización delimitada.....	20
Figura 3: Imagen del estado actual de la parcela residencial R-2	24
Figura 4: Imagen del estado actual de la parcela de equipamiento público E-1	25
Figura 5: Imagen del estado actual de la parcela de zona verde ZV-1.....	26
Figura 6: Imagen del estado actual de la calle del Valle de Bergantiños entre las parcelas E-2 y R-6	27
Figura 7: Tubo de HDPE utilizado para la canalización entubada	32
Figura 8: Ejemplos de canalizaciones entubadas en función del número de tubos.....	33
Figura 9: Arqueta de canalización de energía eléctrica tomada en la Urbanización.....	34
Figura 10: Arqueta de canalización de alumbrado público tomada en la Urbanización....	35
Figura 11: Representación de la situación de todos los servicio de la Urbanización bajo acera.....	37
Figura 12: Esquema de la estructura de media tensión “espiga apoyada”	41
Figura 13: Esquema de los centros de reflexión de la estructura de “espiga apoyada”	42
Figura 14: Arquitectura de “espiga apoyada” dentro de la red urbana de Madrid.....	42
Figura 15: Constitución del cable de media tensión a utilizar	45
Figura 16: Superficie del centro de transformación CT-1 en la parcela ZV-1.....	49
Figura 17: Componentes detallados de los centros de transformación	50
Figura 18: Acabado del centro de transformación CT-2 donde se aprecia las partes de la cubierta	52
Figura 19: Centro de transformación PFS-2T-H en 3D	53
Figura 20: Acabado del centro de transformación CT-3 mediante adoquines.....	54
Figura 21: Esquema de la cimentación de los centros de transformación	55
Figura 22: Dimensiones de los fusibles limitadores de media tensión	59
Figura 23: Esquema del electrodo de puesta a tierra de los centros de transformación.....	60
Figura 24: Luminaria empleada para la iluminación de los centros de transformación	62
Figura 25: Luminaria de alumbrado de emergencia de los centros de transformación.....	62
Figura 26: Esquema de la arquitectura de distribución radial.....	63

Figura 27: Derivación en T	64
Figura 28: Constitución del cable de baja tensión a utilizar	65
Figura 29: Fusibles a utilizar para la red de baja tensión	67
Figura 30: Sistema de puesta a tierra TT.....	68
Figura 31: Sistemas de fijación de cajas generales de protección.....	70
Figura 32: Sección A-A' perteneciente al acceso a los garajes.....	72
Figura 33: Esquema del equipo de iluminación de doble nivel	72
Figura 34: Sección A-A' iluminada tridimensional	74
Figura 35: Sección B-B' iluminada tridimensional.....	74
Figura 36: Armario del centro de mando de alumbrado	75
Figura 37: Curvas características tiempo-intensidad de los fusibles para transformadores	104
Figura 38: Método de iluminación punto por punto	118
Figura 39: Simulación en 3 dimensiones de la iluminación de los centros de transformación.....	121
Figura 40: Plano de los dados de hormigón para la cimentación de báculos.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Superficies de la Urbanización.....	23
Tabla 2: Características generales de las parcelas dedicadas a viviendas	24
Tabla 3: Características generales de las parcelas dedicadas a equipamiento público.....	25
Tabla 4: Características generales de las parcelas dedicadas a zonas verdes.....	26
Tabla 5: Características generales de las parcelas dedicadas a los sistemas generales del viario.....	27
Tabla 6: Características principales de la situación vial de la clase de iluminación CE5 ..	29
Tabla 7: Niveles mínimos de los requerimientos fotométricos de la clase de iluminación CE5	30
Tabla 8: Características principales de la situación vial de la clase de iluminación ME5 .	30
Tabla 9: Niveles mínimos de los requerimientos fotométricos de la clase de iluminación ME5	31
Tabla 10: Distancias mínimas en cruzamientos con canalizaciones de gas	36
Tabla 11: Distancias mínimas en paralelismos con canalizaciones de gas	39
Tabla 12: Características principales del cable de media tensión elegido.....	43
Tabla 13: Ubicación y potencia de los centros de transformación.....	49
Tabla 14: Dimensiones de la excavación de los centros de transformación	51
Tabla 15: Dimensiones exteriores de los centros de transformación	51
Tabla 16: Dimensiones interiores de los centros de transformación.....	51
Tabla 17: Dimensiones de los paneles individuales de las cabinas de media tensión.....	55
Tabla 18: Características eléctricas de las cabinas de media tensión.....	56
Tabla 19: Características principales de los transformadores de potencia a instalar	57
Tabla 20: Características principales de los cuadros de baja tensión de los centros de transformación.....	58
Tabla 21: Características principales del cable de baja tensión elegido.....	65
Tabla 22: Comparación de parámetros entre aluminio y cobre.....	66
Tabla 23: Características de los viales a iluminar	71
Tabla 24: Coeficiente de simultaneidad según el número de viviendas.....	79
Tabla 25: Potencias equivalentes de la parcela residencial R-1	80

Tabla 26: Potencias equivalentes de la parcela residencia R-2	80
Tabla 27: Potencias equivalentes de la parcela residencia R-3	81
Tabla 28: Potencias equivalentes de la parcela residencia R-4	81
Tabla 29: Potencias equivalentes de la parcela residencia R-5	81
Tabla 30: Potencias equivalentes de la parcela residencia R-6	82
Tabla 31: Potencias equivalentes de las parcelas dotacionales y de equipamiento público	82
Tabla 32: Potencias equivalentes de las parcelas destinadas a zonas verdes	83
Tabla 33: Potencias de los centros de transformación.....	84
Tabla 34: Coeficiente de simultaneidad K_1 en función del número de centros de transformación	87
Tabla 35: Coeficiente de simultaneidad K_2 en función de la disposición de los conductores	88
Tabla 36: Potencia total a distribuir para cables con aislamiento de etileno-propileno	88
Tabla 37: Secciones a emplear en función de la potencia de cortocircuito y del tiempo de actuación	89
Tabla 38: Coeficiente K para reactancia del conductor de media tensión en función del número de hilos	92
Tabla 39: Corrientes de cortocircuito admisibles en conductores de media tensión.....	95
Tabla 40: Intensidades de cortocircuito admisibles en pantallas de cobre.....	95
Tabla 41: Corrientes primarias de los transformadores del CT-1	99
Tabla 42: Corrientes primarias de los transformadores de los CT-2 y CT-3	100
Tabla 43: Corrientes secundarias de los transformadores del CT-1	100
Tabla 44: Corrientes secundarias de los transformadores de los CT-2 y CT-3.....	101
Tabla 45: Corrientes de los criterios para fusibles de media tensión de transformadores	105
Tabla 46: Normativa DIN de fusibles para la protección de transformadores	106
Tabla 47: Superficies mínimas de rejillas de ventilación de los transformadores.....	108
Tabla 48: Resistencias lineales de los conductores de baja tensión	123
Tabla 49: Reactancias lineales de los conductores de baja tensión.....	123
Tabla 50: Intensidades máximas admisibles en conductores de baja tensión	124
Tabla 51: Corrientes de cortocircuito admisibles en distintos conductores de baja tensión.....	125
Tabla 52: Caída de tensión de los circuitos del centro de transformación CT-1.....	126
Tabla 53: Caída de tensión de los circuitos del centro de transformación CT-2.....	126

Tabla 54: Caídas de tensión de los circuitos del centro de transformación CT-3	127
Tabla 55: Potencias máximas a transportar por los cables de baja tensión	127
Tabla 56: Pérdidas de potencia de los circuitos del centro de transformación CT-1	128
Tabla 57: Pérdidas de potencia de los circuitos del centro de transformación CT-2	128
Tabla 58: Pérdidas de potencia de los circuitos del centro de transformación CT-3	129
Tabla 59: Intensidad nominal de los fusibles gG	129
Tabla 60: Longitudes máximas de los circuitos protegidos con fusibles gG	130
Tabla 61: Potencia total de las luminarias de alumbrado público	143
Tabla 62: Caída de tensión del circuito de alumbrado C-1	145
Tabla 63: Caída de tensión del circuito de alumbrado C-2	146
Tabla 64: Caída de tensión del circuito de alumbrado C-3	147
Tabla 65: Dimensiones de dados de hormigón y pernos de anclaje según norma NTE- IEE	148
Tabla 66: Datos del fabricante sobre dados de hormigón y pernos de anclaje de báculos	148
Tabla 67: Superficies de la Urbanización	165
Tabla 68: Módulo de costes por superficie urbanizada	179
Tabla 69: Módulo de costes por superficie de red viaria	179
Tabla 70: Módulo de costes por longitud de tubo de canalización	180
Tabla 71: Módulo de costes por superficie edificable	180

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Potencia equivalente de las parcelas residenciales	80
Ecuación 2: Potencia disponible en centros de transformación	84
Ecuación 3: Potencia activa total en centros de transformación	84
Ecuación 4: Potencia activa sobrante en centros de transformación.....	84
Ecuación 5: Área total de alimentación en media tensión.....	85
Ecuación 6: Área del tubo de media tensión	85
Ecuación 7: Diámetro del tubo corrugado de media tensión.....	86
Ecuación 8: Potencia total aparente a distribuir en media tensión	86
Ecuación 9: Resistencia máxima del conductor de media tensión en régimen permanente	90
Ecuación 10: Reactancia kilométrica de una línea	91
Ecuación 11: Coeficiente de inducción mutua	91
Ecuación 12: Cálculo de la reactancia del conductor de media tensión.....	91
Ecuación 13: Capacidad de cables de media tensión	92
Ecuación 14: Intensidad de carga en conductor de media tensión	93
Ecuación 15: Cálculo de intensidad que circula por el circuito de media tensión	93
Ecuación 16: Intensidad máxima admisible en cable de media tensión.....	94
Ecuación 17: Intensidad máxima de cortocircuito en cable de media tensión.....	94
Ecuación 18: Caída de tensión en la línea de media tensión.....	96
Ecuación 19: Potencia máxima a transportar por el cable de media tensión.....	96
Ecuación 20: Pérdida de potencia en la red de media tensión.....	97
Ecuación 21: Pérdida de potencia porcentual en la red de media tensión.....	97
Ecuación 22: Sección de la línea de tierra de la red de media tensión.....	98
Ecuación 23: Intensidad primaria de un transformador trifásico	99
Ecuación 24: Intensidad secundaria de un transformador trifásico.....	100
Ecuación 25: Corriente de cortocircuito de los centros de transformación.....	101
Ecuación 26: Corriente de cortocircuito en el secundario de un transformador	102
Ecuación 27: Densidad de corriente en el embarrado de media tensión	103
Ecuación 28: Corriente dinámica de cortocircuito	103

Ecuación 29: Criterio de corriente de arranque para fusibles de media tensión	105
Ecuación 30: Criterio de corriente igual a 10 veces la nominal para fusibles de media tensión.....	105
Ecuación 31: Criterio de corriente igual a 20 veces la nominal para fusibles de media tensión.....	105
Ecuación 32: Superficie de la reja de ventilación de los centros de transformación	107
Ecuación 33: Resistencia de puesta a tierra.....	111
Ecuación 34: Intensidad de defecto a tierra.....	111
Ecuación 35: Tensión de defecto a tierra	112
Ecuación 36: Tensión de paso máxima en centros de transformación.....	112
Ecuación 37: Tensión de paso admisible	113
Ecuación 38: Tensión de paso admisible en el acceso al centro de transformación	113
Ecuación 39: Tensión de contacto máxima en centros de transformación.....	114
Ecuación 40: Tensión de contacto admisible	115
Ecuación 41: Distancia mínima entre los sistemas de tierra	115
Ecuación 42: Resistencia de puesta a tierra de servicio	117
Ecuación 43: Iluminación media de un local interior.....	119
Ecuación 44: Corriente de cortocircuito admisible en los conductores de baja tensión ..	124
Ecuación 45: Fórmula fundamental de la iluminación.....	132
Ecuación 46: Caída de tensión parcial	143
Ecuación 47: Caída de tensión parcial porcentual.....	144
Ecuación 48: Corriente en los circuitos de alumbrado.....	144
Ecuación 49: Criterio de revisión de precios.....	166